

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA
MINERA Y METALURGICA**



**OPTIMIZACION DEL PROCESO DE DESORCION DE
LA PLANTA DE CARBÓN EN COLUMNA**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO METALURGISTA**

PRESENTADO POR:

ELVIS ALEXIS VINCES PEREZ

**Lima – Perú
2012**

AGRADECIMIENTO

A mi Vicente y María mis padres.
Por sus enseñanzas y su amor incondicional.

A mi Esposa y a mis hijos.
Por su comprensión e infinito apoyo.

RESUMEN

Las plantas de Columna de Carbón Activado, inician sus operaciones por la necesidad de reducir los inventarios de oro y plata que se tenían en las pilas de lixiviación.

El proceso de obtención de un carbón enriquecido con oro, se inicia mediante el ingreso de la solución proveniente de las pilas de lixiviación en un sistema en cascada a contracorriente en el área de adsorción; la etapa de desorción se lleva a presión y alta temperatura. Los circuitos son complementados con áreas de regeneración química y regeneración térmica.

En la actualidad después de varios años de operación, las leyes de oro de la solución proveniente de las pilas están disminuyendo y el contenido de otros compuestos en la solución se han incrementado.

Una serie de cambios se han realizado desde la puesta en operación de la primera planta de carbón. Desde subprocesos tan sencillos como el transferir carbón de columna a columna, hasta los más complejos como son recuperar las propiedades de carbones activados que han sido expuestos a soluciones tan complejas que reducían la capacidad de adsorción de los carbones. El presente trabajo está dirigido a la optimización del proceso de desorción de la planta de carbón en columna. Así mismo se describirán experiencias de nuestras operaciones, como también la presentación de datos que intervienen en el proceso.

INDICE

Agradecimiento		
Resumen		
Introducción	1	
CAPITULO I	FUNDAMENTO TEORICO	
1.1	Generalidades	7
1.2	Propiedades de los carbones activados	8
1.3	Factores físicos y químicos que afectan la adsorción	9
	1.3.1 Tamaño de partícula del carbón	9
	1.3.2 Temperatura	10
	1.3.3 Concentración de oro en la solución	11
	1.3.4 Concentración de cianuro	12
	1.3.5 El pH de la solución	12
	1.3.6 Fuerza Iónica	13
	1.3.7 Oxígeno Disuelto	13
	1.3.8 Incrustaciones en el carbón	13
	1.3.9 Mecanismo de la adsorción	14
	1.3.9.1 Mecanismo 1	14
	1.3.9.2 Mecanismo 2	14
	1.3.10 Cinética y capacidad de carga	15
1.4	Factores físicos y químicos que afectan la elución	17

1.4.1 Efecto de la presión y temperatura	17
1.4.2 Concentración de cianuro y efecto del pH	18
1.4.3 Efecto del flujo de la solución de recirculación	19
1.4.4 Concentración de oro en la solución Eluyente	20
1.4.5 Elución de otros metales	21
1.5 Reactivación del carbón activado	21
1.5.1 Regeneración Térmica	22
1.5.2 Regeneración Química	23

CAPITULO II PLANTA DE CARBON EN COLUMNAS

2.1 Circuito de Adsorción	25
2.1.1 Parámetros de operación	28
2.1.2 Inventario de oro en columnas	28
2.2 Circuito de desorción	29
2.2.1 Lavado acido	29
2.2.2 Desorción del carbón cargado	29
2.2.3 Parámetros de operación	31
2.2.4 Regeneración térmica	32
2.2.5 Regeneración química	34
2.3 Balance de materia y Energía	35
2.4 Costos operativos	37
2.4.1 Costos por regeneración Térmica	37
2.4.2 Costos por desorción	38

CAPITULO III OPTIMIZACION DEL PROCESO DE DESORCION PLANTA DE CARBON

3.1	Introducción	39
3.2	Análisis de la información en las distintas etapas del proceso	39
3.2.1	Presencia de otros elementos en la adsorción	40
3.2.2	Actividad del carbón e incrustaciones	43
3.2.3	Efecto de la presencia de otros elementos en la Desorción	46
3.3	Optimización del proceso de desorción	48
3.3.1	Definición de la oportunidad	48
3.3.2	Revisión de los análisis del Au en el carbón descargado	49
3.3.3	Identificación de Variables determinantes	49
3.3.3.1	Efecto de la soda cáustica	50
3.3.3.2	Efecto del Cianuro de sodio	50
3.3.3.3	Efecto de la temperatura y la presión	51
3.4	Automatización del proceso de Desorción	52
3.5	Resultados después de la Optimización	54
3.6	Evaluación económica	54
3.6.1	Definiciones Generales	55
3.6.2	Ingresos Adicionales	56
3.6.3	Costos Asumidos	56
3.6.4	Beneficio Neto	57
3.6.5	Valor Actual Neto	57
3.7	Cuadros de Ingresos-egresos	58
	CONCLUSIONES	63
	BIBLIOGRAFIA	66
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Distribución de carbón en toneladas en las columnas de los 04 trenes	27
Tabla 2.2	Inventario de valiosos a partir de análisis de carbones	28
Tabla 2.3	Balance de energía en desorción	35
Tabla 2.4	Balance de materia en adsorción y desorción	36
Tabla 2.5	Tabla de gastos por regeneración	37
Tabla 2.6	Tabla de gastos por cada desorción	38
Tabla 3.1	Información General	58
Tabla 3.2	Evaluación de beneficios- 1er Año	59
Tabla 3.3	Evaluación de beneficios-2do Año	60
Tabla 3.4	Evaluación de beneficios-3er año	61
Tabla 3.5	Ingresos-Egresos	62
Tabla 3.6	Valor actual neto	62

INDICE DE FIGURAS

Figura A	Vista Panorámica del circuito de adsorción	3
Figura B	Diagrama de flujo del Procesos Productivo en CIC	6
Figura 1.1	Velocidad de carga de oro sobre varios tamaños de partículas	10
Figura 1.2	Isoterma de adsorción de equilibrio de cianuro de oro en carbón a diferentes temperaturas	11
Figura 1.3	Efecto de la temperatura sobre la velocidad de extracción de oro	11
Figura 1.4	Concentración de oro en solución	12
Figura 1.5	Efecto del Ph sobre la capacidad de carga de oro en carbón	13
Figura 1.6	Cinética de la carga de oro en carbón	16
Figura 1.7	Efecto de la presión sobre la velocidad de desorción de oro	18
Figura 1.8	Efecto de la concentración de los reactivos eluyentes NaCN y NaOH sobre la cinética de desorción	19
Figura 1.9	Efecto de la velocidad de circulación del flujo de eluyente	20
Figura 1.10	Distribución del aurocianuro entre el carbón activado(residual) y una solución conteniendo 0,2M NaOH y 0,2M NaCN	20
Figura 1.11	Curvas de elución del carbón desorbido	21
Figura 2.1	Diagrama de flujo de la adsorción en la pantalla de control.	26
Figura 2.2	Area de adsorción. Columnas de carbón tren 1,2 y 3	27
Figura 2.3	Pantalla de control de lavado acido	30
Figura 2.4	Diagrama de flujo del proceso de desorción	30

Figura 2.5	Curva de desorción ley de solución vs tiempo de desorción	32
Figura 2.6	Diagrama de flujo de la regeneración térmica	33
Figura 2.7	Resultados de la regeneración térmica	34
Figura 2.8	Resultados de la regeneración química	34
Figura 3.1	Efecto de la concentración de Hg en la solución	40
Figura 3.2	Efecto de la concentración de Cu en la solución	41
Figura 3.3	Efecto de la concentración de Zn sobre la recuperación de oro	41
Figura 3.4	Efecto de la Ag sobre la recuperación de oro en carbón activado	42
Figura 3.5	Efecto de la concentración de ba sobre la recuperación de Au	42
Figura 3.6	Efecto de Se en la recuperación de Au sobre el carbón	43
Figura 3.7	Recuperación de Au en función de la actividad	44
Figura 3.8	Efecto de los TDS sobre la actividad del carbón	44
Figura 3.9	Efecto del ion sulfato sobre la actividad del carbón	45
Figura 3.10	Efecto de la dureza sobre la actividad del carbón	45
Figura 3.11	Efecto del As,Cu,Mg y Ca en la actividad del carbón	46
Figura 3.12	Recuperación de oro vs el Cu gr/kg de carbón descargado	46
Figura 3.13	Recuperación de oro vs la Ag gr/kg del carbón descargado	47
Figura 3.14	Recuperación de Au vs el Hg gr/kg de carbón descargado	47
Figura 3.15	Au en el carbón descargado	48
Figura 3.16	Histograma de los 166 desorciones realizadas	49
Figura 3.17	Efecto del incremento de soda para la reducción de Au en carbón descargado (CD)	50
Figura 3.18	Incremento del consumo de cianuro por batch de	51

desorción

Figura 3.19	Comportamiento de la temperatura, presión y recirculación durante la desorción	51
Figura 3.20	Efecto de la temperatura sobre los carbones descargados	52
Figura 3.21	Instrumentos y equipos para el control de la temperatura y presión, antes de automatización	52
Figura 3.22	Instrumentos y equipos para el control de la temperatura, presión y flujo de solución de recirculación para la automatización del proceso	53
Figura 3.23	Control de la temperatura antes y después de la automatización	53
Figura 3.24	El promedio del segundo semestre después de la optimización es de 0.06g Au/Kg de carbón descargado	54

NOMECLATURAS

AARL	Anglo American Research Laboratory
CIC	Carbón en columnas
ppm	Parte por millón
$\text{Au}(\text{CN})_2^-$	Ion cianuro de oro
Ton	Toneladas
NaCN	Cianuro de sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
HCl	Ácido Clorhídrico
CD	Carbón Descargado
g Au/ Kg CD	Gramo de oro por kilo de carbón descargado
CTQ	Valor objetivo a conseguir
LB	Línea base
PMR	Promedio mensual real
BDP	Beneficio del proyecto Real
BN	Beneficio neto
CAS	Costo aplicable a las ventas

INTRODUCCION

Antecedentes

En la antigüedad los egipcios descubrieron que el carbón de madera podía utilizarse para purificar otros productos e incluso usarse con fines medicinales. Hoy día sabemos, que el carbón activado es utilizado para remover color, olor y sabor de una infinidad de productos, por lo cual lo podemos encontrar en innumerables aplicaciones como filtros, plantas de tratamiento de aguas, sistemas de elaboración de antibióticos, catalizador, recuperación de valores metálicos desde soluciones, etc.

El licor lixiviado es generado en las pilas de lixiviación a partir de minerales con baja ley de oro el que a la vez están prácticamente libres de sólidos suspendidos. La solución rica (licor lixiviado clarificado) es enviada a los procesos Merrill Crowe y las de menor ley enviado a las columnas con carbón activado.

La operación en las Columnas de carbón es realizada en contracorriente. Un buen contacto líquido/sólido es realizado por la fluidización de las partículas de carbón en las columnas. En una operación típica de adsorción, las soluciones provenientes de la pila se hacen pasar a través de 5 ó 6 columnas en serie, cada una de estas conteniendo carbón activado. La primera columna que se contacta con la solución es retirada periódicamente del circuito una vez que el carbón se ha cargado y es enviada al circuito de desorción. Finalizada la etapa de desorción el carbón descargado es enviado en el último lugar como carbón fresco mientras que las restantes avanzan un lugar en la serie; este sistema de operación en contracorriente permite un mejor aprovechamiento de la capacidad adsorbente del carbón.

La desorción del carbón inicialmente era realizada mediante el proceso Anglo American Research Laboratory (AARL) modificado, el mismo que ha sido posteriormente acondicionado a las operaciones por las distintas variaciones que se han dado por temas como menor carga de oro en los carbones, cambios en el sistema de regeneración térmica y otras variables del proceso como son incremento de sólidos en suspensión, presencia de otros elementos metálicos en las soluciones.

El presente trabajo está enfocado en la optimización del proceso de desorción en CIC en el área de Procesos, donde después de evaluar los principales parámetros y controlar las principales variables se obtiene una menor cantidad de oro en el carbón descargado. Los beneficios económicos finalmente son evaluados y solo se ha considerado el beneficio por adelantar onzas de oro, por ser el de mayor aporte como ingresos económicos finales.

.



Figura A. Vista panorámica del circuito de adsorción

Descripción General del Proceso CIC

La planta de procesos posee dos circuitos de adsorción: el primero de ellos consta de 3 trenes de 5 columnas cada uno y el flujo tratado es de 1,000 - 1,250 m³/hr. El segundo circuito (Adsorción # 2) cuenta con un solo tren de 6 columnas, el flujo tratado en este circuito es de 750 – 1000 m³/hr. La capacidad de cada columna varía desde 2.5 hasta 7.5 toneladas de carbón activado

La solución proveniente de la etapa de lixiviación es distribuida a ambos circuitos de adsorción. La solución ingresa por la parte inferior de cada columna, atravesando pequeños distribuidores de flujo a fin de poder maximizar el contacto carbón fluidizado – solución rica. La solución pasa por todas las columnas de cada tren, esta solución inicialmente es llamada solución rica y al salir de la última columna es llamada solución barren.

El carbón que sale de la etapa de adsorción es transferido hacia los circuitos de desorción (# 1 y/o # 2). Cada circuito de desorción trata 7.5 ton de carbón y el ciclo de desorción es de 7 a 9 horas. La etapa de desorción se lleva a alta temperatura (115–125 °C), y una presión de 45 psi, para lo cual se tiene un calentador de aceite, en el que se quema petróleo diesel permitiendo calentar al aceite el cual transfiere su calor a la solución de desorción mediante intercambiadores de placas. Adicionalmente a esto, se agrega soda cáustica y cianuro de sodio en la etapa inicial de la desorción

Para mantener la eficiencia de adsorción del carbón activado la planta de procesos cuenta con las operaciones de Regeneración Química y Regeneración Térmica.

La regeneración química con ácido clorhídrico se da antes de la operación de desorción, permitiendo una mejora en la cinética de desorción de oro y la remoción de carbonato de calcio y otras especies inorgánicas.

La desventaja de realizar esta operación antes de la desorción es que el exceso de ácido en el carbón debe ser neutralizado con soda cáustica para

evitar la formación de gases de ácido cianhídrico, los cuales pueden ser dañinos para los operadores.

Una vez que el carbón activado ha pasado por la operación de desorción, éste puede ser transferido a las últimas columnas de los circuitos de adsorción como se mencionó anteriormente. Sin embargo, de ser necesario, el carbón puede ser transferido al circuito de regeneración térmica para su reactivación a una velocidad de 350 kg/h (el diseño original es de 341 kg/hr) y utilizando Diesel 2 como combustible.

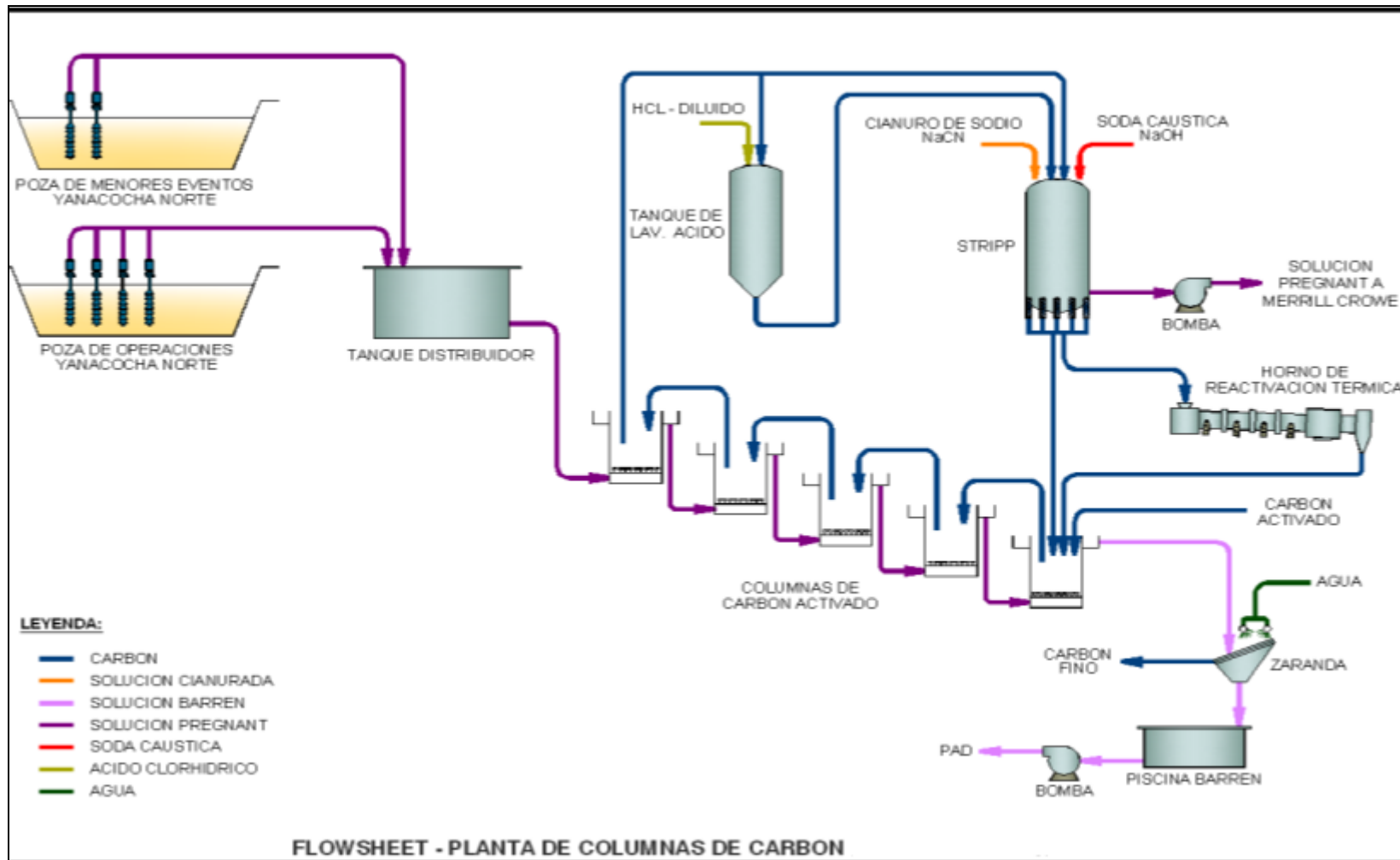


Figura B. Diagrama de Flujo del Proceso Productivo en CIC

CAPITULO I

FUNDAMENTO TEORICO

1.1 GENERALIDADES

El interés metalúrgico por el carbón activado, en la industria extractiva del oro se remonta al año 1880, siendo propuesto su empleo como adsorbente desde soluciones auríferas en el proceso de cloruración (lixiviación con cloro). Poco después de introducida la cianuración, se descubrió que tanto el oro como la plata, podían ser adsorbidos con carbón activado desde soluciones obtenidas en este proceso, tornándose en un fuerte competidor del método de cementación con zinc (Proceso Merrill Crowe). Sin embargo el uso industrial se vio rápidamente restringido debido a la falta de un procedimiento eficiente para recuperar el oro cargado en el carbón y que permitiese su reutilización, teniendo que recurrir a la calcinación a fin de recuperarlo.

Esta desventaja, junto a los avances técnicos alcanzados en la precipitación con zinc, dejó al carbón activado postergado a un plano secundario durante un largo periodo. La situación cambio a principios de los años cincuenta cuando J. Zadra, ideó un procedimiento de bajo costo para desorber el oro y la plata del carbón, con lo cual el carbón podía ser recuperado y reciclado al circuito de adsorción, pudiendo recuperarse los valores de oro por medio de electrodeposición sobre lana de acero de las soluciones de desorción. Posteriormente se ha perfeccionado este método y se han desarrollado otros altamente eficientes, haciendo que el carbón activado sea usado para recuperar el oro contenido en soluciones originadas en diversos procesos de

cianuración. En los que, figuran actualmente el de cianuración en pilas, carbón en pulpa y carbón en lixiviación.

1.2 PROPIEDADES DE LOS CARBONES ACTIVADOS

El carbón activado es una forma cruda de grafito con una estructura amorfa que es muy porosa con una amplia gama de tamaños de poros, grietas y hendiduras visibles, así mismo estas grietas y hendiduras pueden tener dimensiones moleculares. El carbón activado no viene a ser sino un carbón con una gran área superficial al cual se le ha eliminado las sustancias volátiles y destruido algunos enlaces moleculares débiles a través de un tratamiento piro metalúrgico.

El carbón activado puede fabricarse a partir de una amplia variedad de materias primas. La calificación predominante es que la materias primas debería tener un alto porcentaje de contenido de carbono, habitualmente las materias primas utilizadas son el carbón de madera, turba, cáscara de coco, coque de petróleo, etc. El proceso de convertir esta materia prima en un terminado adsorbente, se puede dividir, en procesos químicos y térmicos. Además, el producto final puede ser granular, peletizado o en polvo. La mayoría de los compuestos orgánicos volátiles en la materia prima se eliminan durante la etapa de carbonización. El proceso de activación selectiva consiste en oxidar parte de la estructura. Los gases de activación que se pueden utilizar, son el aire, el vapor de agua, y el dióxido de carbono. El vapor de agua y dióxido de carbono son preferidos, ya que las reacciones con el oxígeno son más violentas, atacando a la superficie exterior de los gránulos en lugar de desarrollar la estructura porosa interna. Las temperaturas entre 843 y 1,000° C son necesarias para acelerar las reacciones endotérmicas, entre la materia prima y el vapor de agua o el dióxido de carbono. Las propiedades del producto final se determinan por la selección de las materias primas, así como por el proceso de activación, el tiempo de retención, y las condiciones de activación en el horno.

Las más importantes propiedades del carbón activado para el uso de extracción de oro son los siguientes:

- Tamaño de Partículas.
- Velocidad de Adsorción.
- Capacidad de Adsorción
- Fortaleza Mecánica y Resistencia al desgaste
- Características de Reactivación

1.3 FACTORES FISICOS Y QUIMICOS QUE AFECTAN LA ADSORCION

Los diferentes métodos o materias primas conceden a los carbones producidos, una gama de propiedades químicas y físicas que afectan a la capacidad de velocidad y carga de adsorción.

1.3.1 Tamaño de partícula del Carbón

Aunque la distribución de tamaño de partículas del carbón tiene un efecto significativo en su superficie externa, sólo tiene un pequeño efecto sobre la superficie específica debido a la estructura porosa interior altamente desarrollada. Como resultado, la capacidad de carga del carbón es prácticamente independiente del tamaño de las partículas. Sin embargo, el tamaño tiene un gran efecto sobre la longitud promedio de poros dentro de las partículas de carbón y la velocidad de adsorción aumenta con la disminución del tamaño de partícula, como se ilustra en la figura 1.1 Esto es un factor importante en los sistemas industriales de adsorción porque la mayoría opera con cargas de oro muy por debajo del equilibrio en la capacidad del carbón. Los rangos de tamaño de partícula de carbón utilizados en aplicaciones industriales típicamente varían de 1.2 x 2.4mm a 1.7 x 3.4 mm.

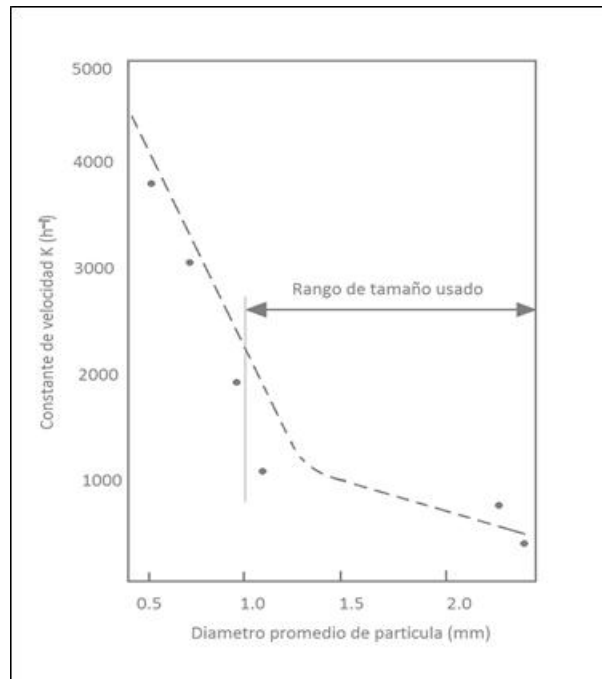


Figura 1.1 Velocidad de carga de oro en carbón sobre varios tamaños de partículas [1]

En la práctica, muchos otros factores afectan a la elección del tamaño de partícula del carbón, entre estos tenemos: que la detección de carbón eficientemente se vuelve cada vez más difícil en los tamaños más finos (típicamente la detección puede realizarse entre 0.7 a 0.8 mm). Un carbón más fino es más susceptible a las pérdidas por desgaste debido a su mayor superficie en la relación con su masa, y generalmente se reduce a un tamaño donde puede dejar las plantas más rápido que las partículas de carbón gruesas. Un carbón más fino tiene una baja velocidad de fluidización que un carbón más grueso y este afecta al diseño de los equipos de proceso (es decir, CIC, lavado ácido, etc.).

1.3.2 La Temperatura

La capacidad de carga disminuye a medida que aumenta la temperatura, como se muestra en la figura 1.2 Esto es explotado en la elución a alta temperatura. La velocidad de adsorción aumenta ligeramente con el aumento de temperatura debido a la acelerada difusión de especies de cianuro oro,

siguiendo un comportamiento descrito por la ecuación de Arrhenius, como se muestra en la figura 1.3

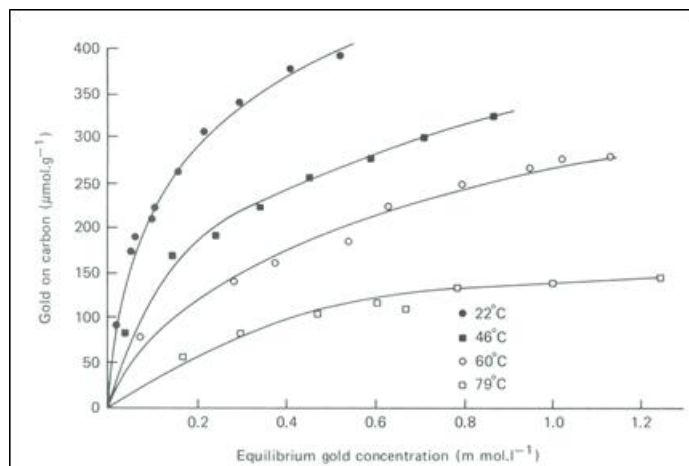


Figura 1.2 Isotermas de adsorción de equilibrio de cianuro de oro en carbón a diferentes temperaturas [2]

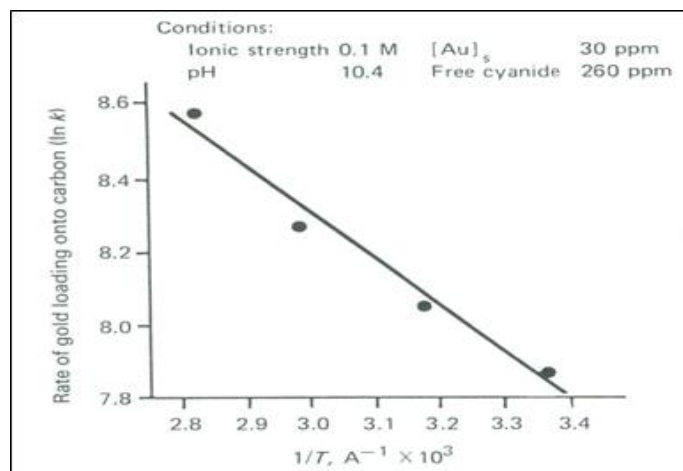


Figura 1.3 Efecto de la temperatura sobre la velocidad de extracción de oro [3]

1.3.3 Concentración de oro en la solución

La velocidad de adsorción de oro y la capacidad de carga aumentan con el aumento de la concentración de oro en solución, como parcialmente se ilustra en la figura 1.4.

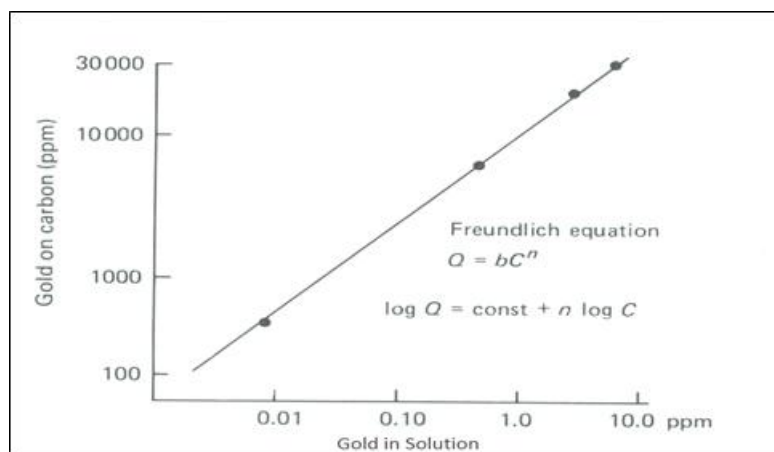


Figura 1.4 Concentración de oro en solución [4]

Normalmente el oro carga con velocidades de 10 a 100 g Au/h /t carbono y en la práctica se consiguen cargas de 5-10 kg de Au por tonelada de carbono. Se ha encontrado que la velocidad de carga es particularmente más lenta a bajas concentraciones de oro. Por lo que será necesario un mayor tiempo de residencia o incrementar la cantidad de carbón a fin de conseguir bajos contenidos de oro en las colas.

1.3.4 Concentración de cianuro

La velocidad de carga y capacidad de adsorción de oro sobre el carbono disminuyen con el aumento de la concentración de cianuro libre. Sin embargo, la selectividad del carbón activado por oro sobre otras especies cianuradas aumenta cada vez más con la concentración de cianuro, como es en el tratamiento de minerales de alta ley de cobre.

1.3.5 El pH de la solución

Una disminución del pH en la solución aumenta la velocidad de adsorción y la capacidad de carga del carbón, como se muestra en la figura 1.5. El efecto sobre la velocidad de adsorción es bastante pequeño en rangos de pH de 9-11, que se aplica en circuitos de cianuración. La capacidad aumenta en aproximadamente un 10% cuando el pH se reduce de 11 a 9. En la práctica,

el pH se mantiene generalmente por encima de 10 para evitar pérdidas de cianuro por hidrólisis, o alternatively, el pH puede disminuirse en los circuitos CIP o CIL para ayudar con la degradación de cianuro durante la disposición de relaves.

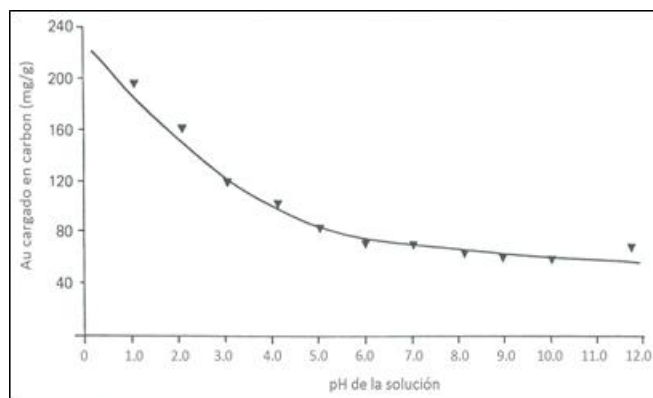


Figura 1.5 Efecto del pH sobre la capacidad de carga de oro en carbón [5]

1.3.6 Fuerza iónica.

La velocidad de adsorción y capacidad de carga se incrementan con el aumento de fuerza iónica. El carbón cargado a partir de una solución de oro en agua desionizada es bajo. La fuerza iónica de la solución de oro juega un papel importante en el mecanismo de adsorción.

1.3.7 Oxígeno disuelto

Algún tipo de beneficio es observado en sistemas de adsorción real y esto se atribuye a la oxidación catalítica de cianuro. Esto da como resultado una disminución en la concentración de cianuro que favorece la adsorción. Sin embargo, se ha demostrado que el efecto es más importante, en soluciones de baja fuerza iónica que son atípicas de soluciones de lixiviación industrial.

1.3.8 Incrustaciones en el carbono

Las Incrustaciones de carbono, o envenenamiento, debido a la adsorción por precipitación o atrapamiento físico de otros elementos en solución tienen un grave efecto adverso sobre la eficiencia de adsorción de oro

1.3.9 Mecanismo de la adsorción

La adsorción es un proceso por el cual las moléculas de la fase Líquida o gaseosa se adhieren a la superficie del carbón activado, e incluye tanto en las superficies geométricas externas como la superficie interna de los capilares, las grietas y los intersticios. La adherencia es gobernada por una atracción electro-química.

La compleja estructura física y química de los carbones activados permite la adsorción de especies diferentes, por diversos mecanismos. En consecuencia, el mecanismo exacto de adsorción de oro desde soluciones de cianuro ha sido difícil de determinar; Sin embargo estudios realizados desde 1978 han propuesto una serie de mecanismos que han intentado tener en cuenta algunas características de adsorción sólida [2,5], tales mecanismos se puede dividir en:

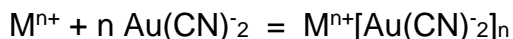
1.3.9.1 Mecanismo 1

Propone que el oro está fijo como aurocianuro, mediante fuerzas de Van der Waals. Aparte de las fuerzas de interacción involucradas en la formación de lazos químicos entre átomos, las moléculas ejercen fuerzas de atracción y repulsión unas con respecto a otras, las cuales difieren de los enlaces químicos solo en que son más débiles. Estas débiles fuerzas de Van der Waals parecen ser las responsables de la adsorción de moléculas no polares sobre la superficie del carbón activado que originan a dipolos en el ión complejo $\text{Au}(\text{CN})_2^-$

1.3.9.2 Mecanismo 2

Durante la década de 1980 surgió una imagen más clara. Investigaciones utilizando espectroscopia Mossbauer, espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS o ESCA) y modelo extractantes sobre soluciones de alta fuerza iónica, típicas de los obtenidos en sistemas de lixiviación de oro, han

demostrado que el complejo de cianuro de oro se adsorbe predominantemente como un par iónico [6,7]. Otra prueba de ello lo proporcionan los análisis químicos y otros de superficies, que han establecido que el estado de oxidación de oro sobre el carbono es + 1 [6]. Este mecanismo esta mejor explicado por la ecuación:



Donde el par iónico, $M^{n+}[Au(CN)_2^-]_n$, es la especie adsorbida de oro. La evidencia experimental detallada nos lleva a esta conclusión y está disponible en la literatura [2,5].

1.3.10 Cinética y capacidad de carga

La adsorción de cianuro de oro en carbón activado depende de muchos factores físicos y químicos que afectan la cinética de adsorción y la capacidad de carga de oro del equilibrio. La velocidad inicial de adsorción del cianuro de oro es rápida, produciendo en sitios más accesibles en macroporos y posiblemente mesopores, pero la disminución de la cinética se debe cuando se acerca al equilibrio de adsorción, como se muestra en la figura 1.6. En estas condiciones la velocidad está controlada por el transporte de especies de cianuro de oro a las superficies de carbón activado. Sin embargo, una vez que se ha utilizado esta capacidad de adsorción, un pseudoequilibrio es establecido y la adsorción se lleva a cabo en los microporos [3]. Esto requiere la difusión de las especies de cianuro oro a lo largo de poros dentro de la estructura de carbono, por lo general un proceso mucho más lento que la difusión en la capa límite ocurre, debido a la longitud y la tortuosidad de los poros.

La energía de activación para la adsorción de oro en carbón ha sido estimada en 11 kJ mol⁻¹ [8], que está dentro del rango esperado para control de transporte masivo.

La cinética de adsorción de oro en carbón puede ser descrita por la ecuación de velocidad de primer de orden:

$$\log C_t = mt + \log C$$

donde, C_t = concentración de oro al tiempo t y C = concentración inicial de oro, m es una constante de la velocidad que se puede determinar fácilmente de una ploteo de $\log C$ vs el tiempo. Modelos más sofisticados basados en la difusión a través de estructuras ramificadas micro y macro porosas se han desarrollado, pero el modelo simple predice exitosamente el número de etapas y concentraciones de carbón requeridas.

La capacidad de carga de carbono tradicionalmente se ha expresado como un número de yodo (la masa de yodo adsorbida por gramo de carbono en una solución de yodo 0.02N) o un número de tetracloruro de carbono (%peso)

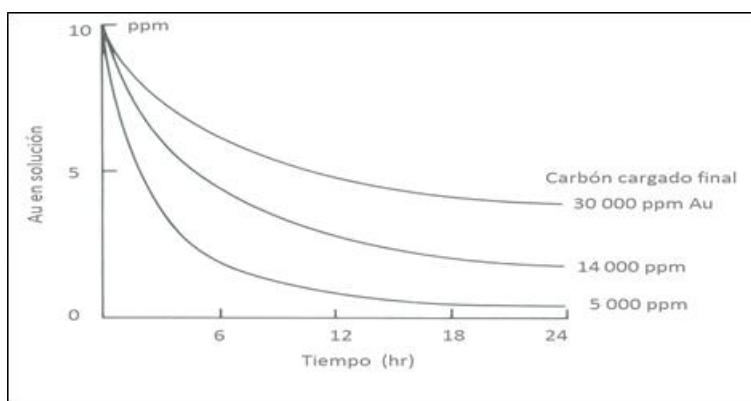


Figura 1.6 Cinética de la carga de oro en carbón [4]

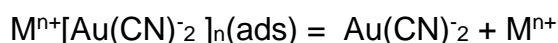
CCl_4 cargado en el carbón expuesto al aire saturado con CCl_4 a 0°C). Tanto estos valores constituyen una aproximación útil de la superficie disponible para algunos adsorbantes en la fase de vapor, pero se ha demostrado que dichas estimaciones se correlacionan pobremente con capacidad de adsorción de oro, debido a la compleja combinación de procesos físicos y químicos involucrados en la adsorción de oro desde soluciones de cianuro. Como consecuencia de ello, nunca se alcanza la

velocidad real de carga de oro y los datos son generalmente de uso más práctico en sistemas de adsorción reales, especialmente a partir de cierto equilibrio entre oro en solución y oro en carbono.

Por la misma razón, es más apropiado utilizar empíricamente un equilibrio desarrollado de la capacidad de carga del oro (valor K) para la evaluación de los carbones que se usan en sistemas de adsorción de oro. Esto se obtiene al reaccionar diferentes pesos de carbono con una solución de borato, con un búfer estándar de oro durante un tiempo fijo. Los resultados se trazan como la isoterma de Freundlich (Fig. 1.4) y el valor k se interpola como la carga de carbón cargado en equilibrio con una concentración de la solución de oro residual de 1 mg / l.

1.4 FACTORES FISICOS Y QUIMICOS QUE AFECTAN LA ELUCION

El carbón activado que ha sido cargado con oro y otros metales en los procesos de adsorción deben ser tratado por un paso de elución para desorber los metales contenidos en el carbón. Esto produce un menor volumen de solución de alto grado de oro, adecuado para la recuperación final de oro por precipitación de electro-obtención o precipitación con zinc y permite que el carbón sea reciclados para el circuito de adsorción. El Carbón se reutiliza normalmente entre ciclos de elución y adsorción, estos ciclos dependen de la calidad de carbón y de la eficacia de los procedimientos de reactivación que son aplicados. El proceso de desorción, es una inversión de la adsorción y los factores físicos y químicos que inhiben la adsorción suele mejorar la desorción. La reacción de desorción más simple está representada por:



1.4.1 Efecto de la Presión y la temperatura

La temperatura es el factor más importante en la elución del carbón cargado de oro. La velocidad de elución a 180 ° C es 8 veces más rápida que a 90 °C

a presión atmosférica. Aunque es posible reducir sustancialmente los tiempos de elución operando a temperaturas superiores a 100 ° C, se requiere el uso de presión (fig 1.7) para mantener la solución en fase líquida. Los sistemas de la elución se han desarrollado en dos clases:

- procesos que operan a presión atmosférica y temperaturas inferiores a 100 ° C, y
- procesos que operan a presiones elevadas para permitir la operación a temperaturas elevadas, es decir, por encima de 100 ° C, para alcanzar mayor velocidad de elución.

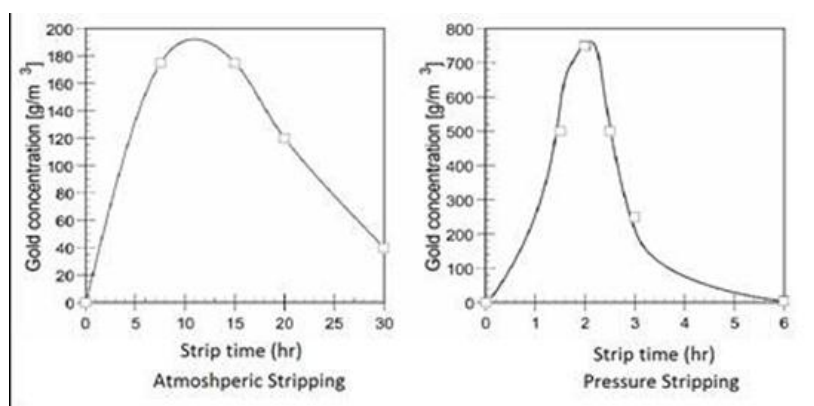


Figura 1.7 Efecto de la presión sobre la velocidad de desorción de oro [9]

Los sistemas sin presión operan a temperaturas por debajo del punto de ebullición (95 °C), mientras que los sistemas presurizados operan hasta 160 °C y 500 kPa. A temperaturas superiores de 180 ° C, la mayoría de los complejos de cianuro metálico, incluyendo cianuro de oro, se descomponen a las especies metálicas y cianuro libre, que se traduce en altas concentraciones de oro residual en el carbón que son muy difíciles de remover [10].

1.4.2 Concentración de cianuro y Efecto de pH

El incremento de la concentración de cianuro, incrementa la competencia de iones cianuro con las especies cianuradas de oro en los sitios de adsorción

en el carbón y ayuda en el desplazamiento de las especies aurocianuradas desde el carbón. Sin embargo, la presencia de cianuro libre en todo el proceso de desorción no es un requisito para una efectiva elución.

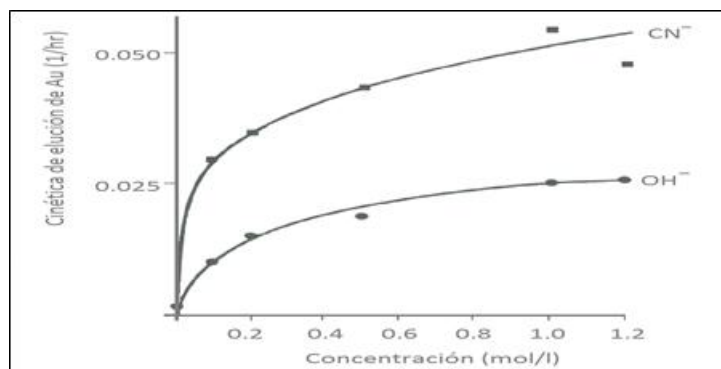


Figura 1.8 Efecto de la concentración de los reactivos eluyentes NaCN y NaOH sobre la cinética de desorción [11]

El grado causticidad del medio eluyente, representado por la concentración de soda (NaOH) también es importante. Se debe tener presente que los iones hidróxido OH^- son buenos para desplazar al aurocianuro adsorbido, este también asegura una alcalinidad protectora y evita la hidrólisis del cianuro, típicamente se deben mantener valores de pH entre 10,5 y 12. El efecto de distintas concentraciones de ambos reactivos sobre la cinética de desorción se puede apreciar gráficamente en la Figura 1.8

1.4.3 Efecto del flujo de la solución de recirculación

La velocidad de circulación de la solución eluyente a través del carbón se expresa normalmente en unidades de "Volumen de cama"(bed Volumen =BV) por hora. La cinética de elusión tiende a ser independiente de este flujo, cuando se excede 1 BV /h. Sin embargo la carga de oro residual si disminuye con un aumento de flujo después de un tiempo fijo, tal como se aprecia en la Figura 1.9. Típicamente se recomiendan flujos de 2 a 4 BV /h. para producir un carbón con baja carga residual de oro, así se evita tener que procesar un volumen excesivo de eluyente.

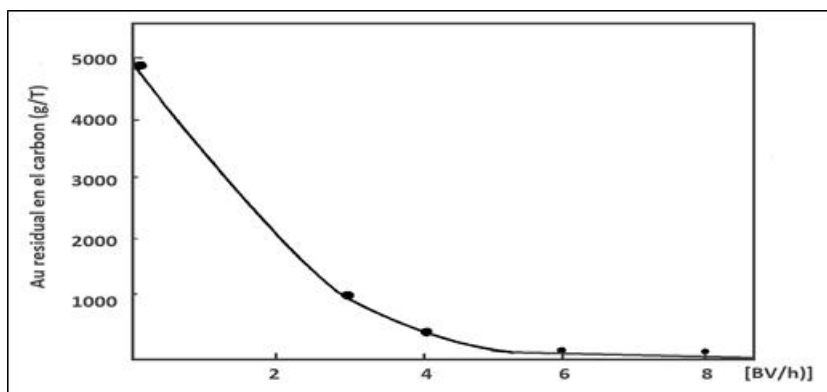


Figura 1.9 Efecto de la velocidad de circulación del flujo de eluyente [11]

1.4.4 Concentración de oro en la solución Eluyente

La cinética de elusión disminuye y la carga residual de oro en el carbón aumenta con un incremento de concentración de oro en el eluyente, según se observa en la Figura 1.10. Esto reduce la concentración de oro con el tiempo en un proceso discontinuo (batch) y pasa a ser un factor importante para una alta eficiencia en la etapa de recuperación del metal que sigue.

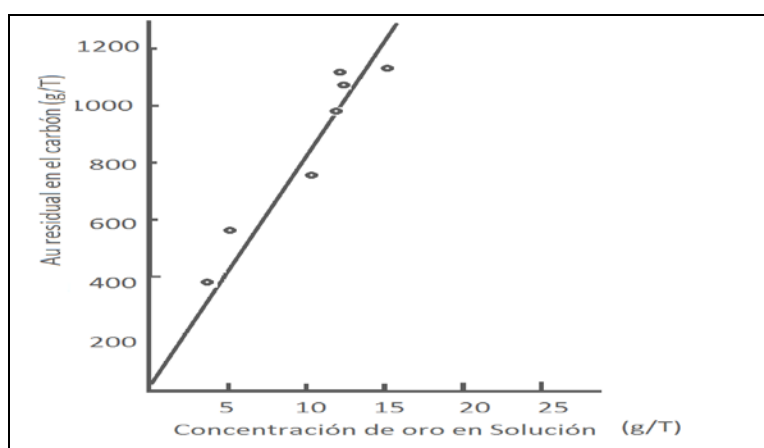


Figura 1.10 Distribución del aurocianuro entre el carbón activado (oro residual) y una solución conteniendo 0,2 M NaOH y 0,2 M NaCN a 95°C [11]

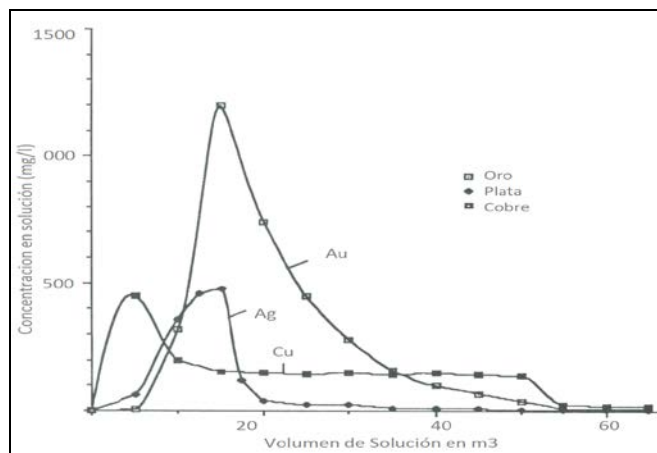


Figura 1.11 Curvas de elución del carbón desorbido [12]

1.4.5 Elución de otros metales

En general en las condiciones usadas para eluir el oro, se eluyen también los demás metales adsorbidos. Sin embargo cuando hay cantidades importantes de otros metales - como el cobre, el mercurio y la plata - surge la posibilidad de hacer una elución diferencial. Esta posibilidad se puede materializar por ejemplo al observar las curvas de elución del cobre, plata y oro, que se presentan en la figura 1.11 donde se ve el Cu y la Plata se desorben más fácilmente que el oro. Otra posibilidad es la elución en dos etapas secuenciales, las que se realizaba en la Planta El Indio, donde el carbón cargado llega a 300 g/ton de oro y 12,000 g/ton de cobre, es decir una relación de 1/40. En primera instancia se recuperaba selectivamente una buena parte de! Cobre mediante una desorción con cianuro a bajas temperaturas, luego se procedía a una elución tipo Zadra normal para el oro y la plata. La solución de eluido alimentada al EW llegaba a tener en promedio 60 g/ ton de oro y 500 g/ton de cobre, es decir, una relación de que ya permite efectuar un EW razonable y separara el cobre después.

1.5 REACTIVACION DEL CARBON ACTIVADO

El carbón activado tiende normalmente a disminuir su eficiencia de adsorción, por lo que es muy importante controlar continuamente la calidad de carbón.

Esto se aprecia muy claramente al analizar los valores de oro en la solución barren, pues se observa que los valores de oro se van incrementando paulatinamente de manera continua.

Afortunadamente las propiedades del carbón pueden ser restituidas por efectos de una reactivación recuperando parcialmente sus propiedades originales. La reactivación del carbón activado constituye uno de los más importantes aspectos para el buen rendimiento de una planta ya sea CIC, CIP o CIL.

Durante el ciclo de adsorción, varias especies orgánicas son adsorbidas por el carbón, las que son a veces extraídas por la solución eluyente. Se ha encontrado que el carbón adsorbe además de oro y plata, materiales orgánicos y pequeñas cantidades de sulfuro de hierro, carbonatos, hidróxidos etc. Por ello es importante que la capacidad de carga del carbón desorbido sea restaurada a su capacidad original.

Los microporos constituyen los principales lugares de adsorción y tienden a ser cargados con altas leyes de oro y plata. Comparando con los mesoporos y los macroporos. Por otro lado los mesoporos y macroporos capturan iones de alto peso molecular y como resultado hay una declinación en la eficiencia de adsorción. El carbón usados en los distintos circuitos necesita tratamientos en forma periódica para remover los compuestos orgánicos que durante el proceso quedan dentro del carbón ya sea durante la adsorción o en la desorción de los metales.

1.5.1 Regeneración Térmica

La reactivación térmica consiste en someter al carbón activado a un calentamiento gradual y en forma indirecta hasta la temperatura de 700 °C con un corto tiempo de retención a esta temperatura.

La regeneración química puede restaurar solo parcialmente la actividad del carbón y lo reactiva insuficientemente, inclusive en muchos casos solo en

porciones de ciclos de operación efectiva, mientras que la regeneración térmica puede ser aplicada en procesos completos de trabajo y permite una reactivación altamente eficiente dejando los carbones en condiciones muy parecidas a los carbones nuevos.

Se debe evitar que el carbón combustione para no permitir la formación de cenizas que ocasionaría la pérdida de carbón activado.

Los siguientes parámetros tienen influencia importante en la regeneración:

- a) Atmósfera del horno. Esta debe ser controlada, no debe haber presencia de aire y lograrse una oxidación con vapor (1 kg de vapor/kg carbón).
- b) Presencia de compuestos orgánicos. Que son los que normalmente están perjudicando la capacidad de adsorción y su remoción es el objetivo de la regeneración térmica.
- c) Temperatura límites de 650 – 900 °C. A temperaturas sobre los 950 °C inclusive con cortos tiempos de residencia, se obtiene carbones con excesivas pérdidas de actividad.

1.5.2 Regeneración Química

Puede realizarse de las siguientes maneras:

- a) Lavado simple con agua o lavado con vapor: Para eliminar las lamas de los poros antes de la elusión.
- b) Lixiviación con ácido diluido (3%) de HCl a 90 °C, lo que ayuda a eliminar la sílice y el calcio del carbón.

Los precipitados de carbonatos y/o sulfatos de calcio atrapados en los poros del carbón afectan negativamente la capacidad de carga del carbón. Los carbonatos son consecuencia de la reacción de la cal que se utiliza para regular el pH. El carbonato al precipitarse en la superficie del carbón forma una capa delgada como una película que prácticamente elimina el contacto entre el carbón y la pulpa o carbón y solución desorbente con lo cual disminuye drásticamente la capacidad del carbón.

En el lavado ácido del carbón, deberán tomarse las precauciones del caso debido a la formación de ácido cianhídrico (HCN) debido a la presencia de

cianuro libre en los poros del carbón. En ciertos casos se prefiere ácido nítrico. La ecuación general para la disolución de un carbonato con un ácido se da como sigue:



La eficiencia de la remoción de los carbonatos está fuertemente relacionada con la eficiencia de contacto del ácido y el carbón durante el lavado, de la geometría del tanque de lavado, la velocidad del lavado, la proporción del ácido y carbonatos, el tiempo de residencia son las más importantes variables para un proceso de optimización.

CAPITULO II

PLANTA DE CARBON EN COLUMNA

La Planta de Columnas de Carbón procesa la solución proveniente de las pilas de Lixiviación, la recuperación de oro en el carbón con posterior enriquecimiento de la solución rica a través de la desorción, brinda y combina una versatilidad única en la producción de oro. Este tipo de procesos puede trabajar eficientemente con soluciones de baja concentración de oro tal como actualmente viene variando entre 0.160 a 0.300 gr/m³. El proceso cuenta con un sistema de lavado ácido para la remoción de carbonatos existente en el carbón cargado y zarandas para la separación de finos de carbón. La desorción se realiza a presión y temperatura elevada con lo que se optimiza el tiempo de cada batch. El horno de regeneración térmica actualmente no se utiliza por los excesivos gastos que se generan por devolver las propiedades al carbón activado.

2.1 CIRCUITO DE ADSORCION

La solución proveniente de las pilas de lixiviación es distribuida a los 04 trenes de adsorción. La solución ingresa por la parte inferior de cada columna, atravesando pequeños distribuidores de flujo a fin de poder maximizar el contacto carbón fluidizado – solución rica. La solución pasa por todas las columnas de cada tren, esta solución inicialmente es llamada solución rica y al salir de la última columna es llamada solución barren.

Actualmente la capacidad de procesamiento de las Columnas de Carbón es de 2,000 m³/h de solución que provienen de la Poza de Operaciones y Menores Eventos. Como se indicara el circuito de adsorción posee 4 Trenes,

los Trenes 1,2,3 están ubicados juntos y la capacidad de procesamiento de estos es 1,200 m³/h, mientras que el Tren 4 ocupa un emplazamiento separado y procesa 800 m³/h.

Los circuitos de adsorción operan en un sistema de cascada en contracorriente, tal como se muestra en la fig 2.1 mientras que la ley de solución rica va disminuyendo desde la primera columna hacia la última, el carbón activado va incrementando su ley desde la última columna hacia la primera.

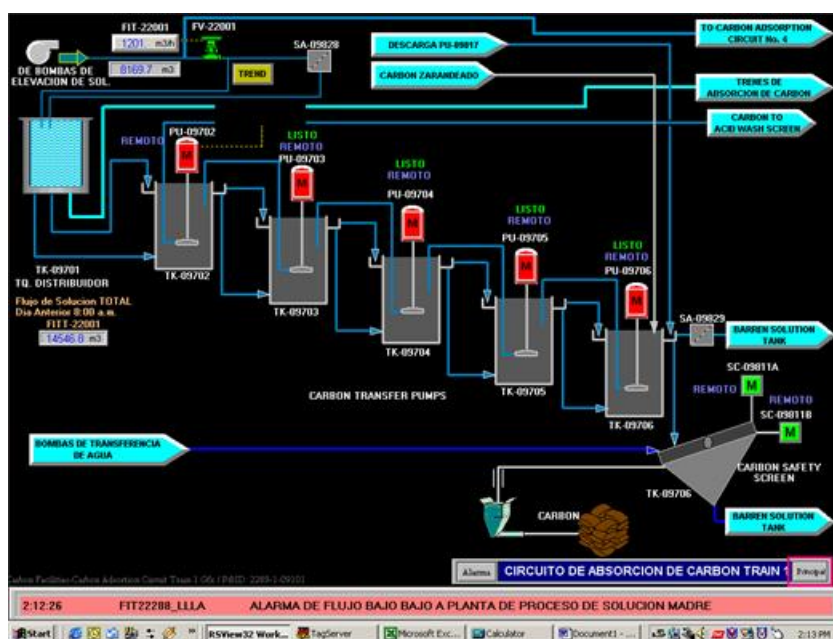


Fig 2.1 Diagrama de flujo de la adsorción en la pantalla de control

El objetivo de la planta es mantener una eficiencia de recuperación cerca del 92% en oro (solución barrena vs solución rica), con lo que cada cierto tiempo las primeras columnas (columnas ya cargadas de oro) son transferidas hacia el área de desorción, luego de esto las segundas columnas son transferidas hacia las primeras, las terceras hacia las segundas, las cuartas hacia las terceras, las últimas columnas son llenadas con carbón activado desorbido (bajos contenidos de oro, plata, cobre y mercurio), cerrándose el ciclo de esta manera.

El inventario de carbón de diseño fue de 75 toneladas y ha variado siendo actualmente de 91 toneladas y distribuido tal como se muestra en la tabla 2.1 para el circuito de adsorción, esta variación se debió principalmente a que las condiciones operativas han cambiado y que actualmente se procesa solución con contenidos de oro bajos.

Tabla 2.1 Distribución de carbón en toneladas en las columnas de los 04 trenes

Columna	Tren 1	Tren 2	Tren 3	Tren 4
1	3.1	3.1	7.5	7.5
2	3.1	3.1	5.0	7.5
3	3.1	3.1	5.0	7.5
4	3.1	3.1	2.5	7.5
5	3.1	3.1	2.5	5.0
6*	-	-	-	2.5
Sub Total	15.5	15.5	22.5	37.5
TOTAL	91.0			

De acuerdo al flujo tratado y el volumen de las columnas de adsorción el tiempo de retención es de aproximadamente 36 segundos por columna.



Fig 2.2 Área de adsorción. Columnas de carbón tren 1,2 y 3

2.1.1 Parámetros de adsorción.

La solución rica que ingresa a los circuitos de adsorción tiene las siguientes características:

pH : 9 – 10

CN- : 15 – 35 ppm

Temperatura : 4 – 15 ° C

Contenidos : Au = 0.16 – 0.30 ppm y Ag = 0.20 – 0.90 ppm

Flujo total :2000 m³/hr

2.1.2 Inventario de oro en columnas

La tabla 2.2 nos muestra los inventarios de oro y plata que son calculados a partir del análisis de oro y plata en carbones.

Tabla 2.2 Inventario de valiosos a partir de análisis de carbones

Month End Carbon Inventory Gold Report										
Column Number	Column Diameter m	Column Height m	Solution Depth m	Tube Diameter m	Carbon Density g/cm ³	Carbon Dry Weight kg	Gold Assay g/kg	Gold Content oz	Silver Assay g/kg	Silver Content oz
C 11	2.44	2.26	1.00	0.000	0.5900	3,476	0.7266	81	2.2071	247
C 12	2.44	2.26	1.00	0.000	0.5900	3,476	0.3791	42	1.4012	157
C 13	2.44	2.26	1.00	0.000	0.5900	3,476	0.1622	18	0.8551	96
C 14	2.44	2.26	1.00	0.000	0.5900	3,476	0.0808	9	0.594	66
C 15	2.44	2.26	1.00	0.000	0.5900	3,476	0.0317	4	0.2897	32
C-21	2.44	2.26	1.10	0.000	0.5900	3,200	0.9096	94	1.9711	203
C-22	2.44	2.26	1.00	0.000	0.5900	3,476	0.9558	107	2.4511	274
C-23	2.44	2.26	1.10	0.000	0.5900	3,200	0.5104	53	1.8306	188
C-24	2.44	2.26	1.00	0.000	0.5900	3,476	0.346	39	1.713	191
C-25	2.44	2.26	1.10	0.000	0.5900	3,200	0.1514	16	0.8452	87
C-31	2.44	7.98	5.40	0.000	0.5900	7,118	0.3748	86	1.2479	286
C-32	2.44	7.05	5.40	0.000	0.5900	4,552	0.2827	41	0.8272	121
C-33	2.44	5.66	3.30	0.000	0.5900	6,511	0.372	78	1.6031	336
C-34	2.44	4.76	3.00	0.000	0.5900	4,856	0.2094	33	0.5489	86
C-35	2.44	3.85	2.80	0.000	0.5900	2,897	0.1596	15	0.2689	25
C-41	3.11	10.02	8.20	0.508	0.5900	7,939	0.9127	233	2.4928	636
C-42	3.11	8.78	6.70	0.508	0.5900	9,074	0.7376	215	2.5276	737
C-43	3.11	7.53	5.80	0.508	0.5900	7,547	0.6462	157	2.7447	666
C-44	3.11	6.28	4.80	0.508	0.5900	6,456	0.4117	85	2.4399	506
C-45	3.11	5.03	3.50	0.508	0.5900	6,674	0.1007	22	1.0447	224
C-46	3.11	3.78	3.10	0.508	0.5900	2,966	0.6367	61	2.4828	237

2.2 CIRCUITO DE DESORCION

El carbón cargado obtenido del circuito de adsorción antes de ser transferido a las etapas de desorción es tratado o regenerado químicamente a través del lavado ácido. Luego de esto se transfiere a los circuitos de desorción (# 1 y/o # 2). Cada circuito de desorción trata 7.5 ton de carbón y el ciclo de desorción es de 7-9 horas. El carbón desorbido es nuevamente enviando a las últimas columnas de los distintos trenes de adsorción.

2.2.1 Lavado ácido

El proceso de lavado ácido se inicia llenando el tanque de mezcla de ácido clorhídrico con agua cruda hasta alcanzar un nivel de 40% de su capacidad (9.4m^3). Una vez terminado de cargar el agua se procede a cargar 0.6m^3 de HCl industrial (33% de concentración). Se homogeniza la mezcla hasta que el valor de pH se estabilice en 0.1.

El carbón cargado proveniente de la etapa de adsorción es transferido en el tanque de lavado ácido hasta que 7.5 toneladas ocupen aproximadamente el 80% de volumen del tanque. El resto del tanque es cargado con 9m^3 de agua. Se hace circular la solución entre el tanque de mezclado y el tanque de lavado ácido a razón de $18\text{m}^3/\text{hr}$. Después de 03 hrs de circulación se observa que ya no se tiene variación del pH, por lo que se empieza a evacuar la solución. Se inyecta 54m^3 de agua cruda al tanque de lavado con la finalidad de enjuagar el carbón. Toda la solución obtenida es enviada al tanque de neutralización donde se acondiciona con soda caústica hasta que el pH se encuentre entre 7 u 8. Luego la solución es enviada hacia el tanque barren y el carbón es enviado al tanque de desorción, llamado tanque vessel. A continuación se muestra la fig2.3 del control del sistema de lavado ácido.

2.2.2 Desorción del carbón cargado

La etapa de desorción se lleva a alta temperatura entre $120\text{--}130\text{ }^\circ\text{C}$, y una presión de 45 psi, para lo cual se tiene un calentador de aceite, en el que se

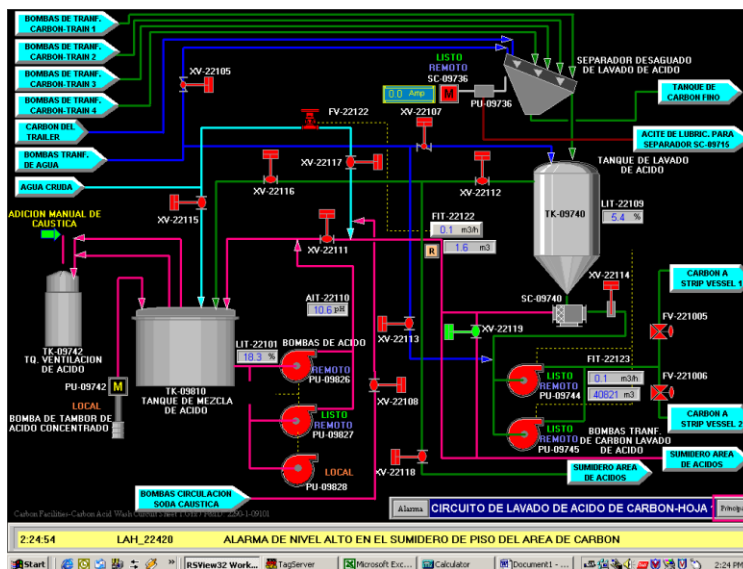


Fig 2.3 Pantalla de control de lavado acido

quemado diesel permitiendo calentar al aceite el cual transfiere su calor a la solución de desorción mediante intercambiadores de placas.

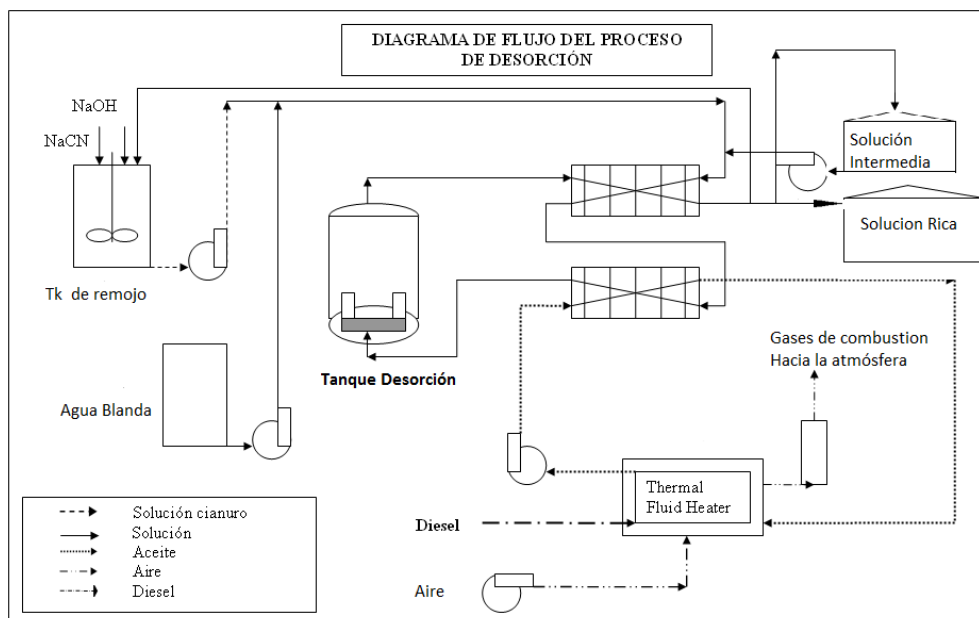


Fig 2.4 Diagrama de flujo del proceso de desorción

La desorción se inicia con la transferencia del carbón cargado y lavado al tanque desorción. Una vez que se ha cargado la 7.5 ton de carbón en el tanque, se preparan los reactivos cianuro y soda los que son cargados al tanque de remojo, el mismo que contiene aproximadamente 250 a 350 kg de

soda cáustica y entre 180 a 220 kg de cianuro de sodio contenido en 10 m³ de solución. La fig 2.4 muestra la secuencia del circuito de desorción que como se indicara tiene un ciclo de aproximadamente 8 hrs como promedio por batch. Esta solución es adicionada al tanque de intermedia donde se tiene 36 m³ de solución que es el resultado del segundo enjuague del batch anterior. Se hace el llenado del tanque de desorción con la solución de remojo a una temperatura de solución menor a los 100°C, esta temperatura se consigue por el intercambio de calor entre el aceite y la solución por el intercambiado de placas. Una vez lleno el tanque se deja reposar la solución por 30 minutos. Transcurrido el tiempo se reinicia la operación del calentador y se hace recircular 25m³/hr de solución entre el tanque de desorción y el tanque de intermedia, hasta conseguir los 125°C y los 45 psi de presión. La solución es descargada al tanque de solución rica. Una primera solución de enjuague (agua blanda) de 60 m³ es inyectada al tanque de desorción, la misma que también es calentada hasta los 125°C y llenada en el tanque de solución rica. Finalizado el enjuague se hace un segundo enjuague con 36m³ de solución, esto se realiza con calentador apagado y tiene como finalidad enfriar el carbón, así como dejar la solución con valores remanentes de oro preparada para el próximo batch, esta solución quedara almacenada en el tanque de solución intermedia.

La solución rica obtenida es de 106m³ la misma que contiene valores de oro de 100 hasta 160 ppm y que es dosificada al sistema de Merrill Crowe a un flujo de 5 a 10 m³/hr, enriqueciendo la solución hasta en 4.5 ppm para posteriormente precipitar con polvo de zinc.

2.2.3 Parámetros de Operación

El carbón a desorber tiene las siguientes características:

Contenidos: 0.80 – 2.00 Au g/kg de carbón, y
0.90 – 2.50 Ag g/kg de carbón.

Siendo necesario los siguientes parámetros de operación:

Soda cáustica: 250 a 350 kg/batch

Cianuro de sodio: 180 a 220 kg/batch

Temperatura: 120 – 130 °C

Presión: 45 psi

Para obtener como productos:

Eluído: 130 Au ppm y 280 Ag ppm

Carbón: 0.08 – 0.03 Au g/kg de carbón, y

: 0.10 – 0.03 Ag g/kg de carbón.

La siguiente figura 2.5 muestra una curva de desorción típica: Contenido de oro en el eluído vs. Tiempo.

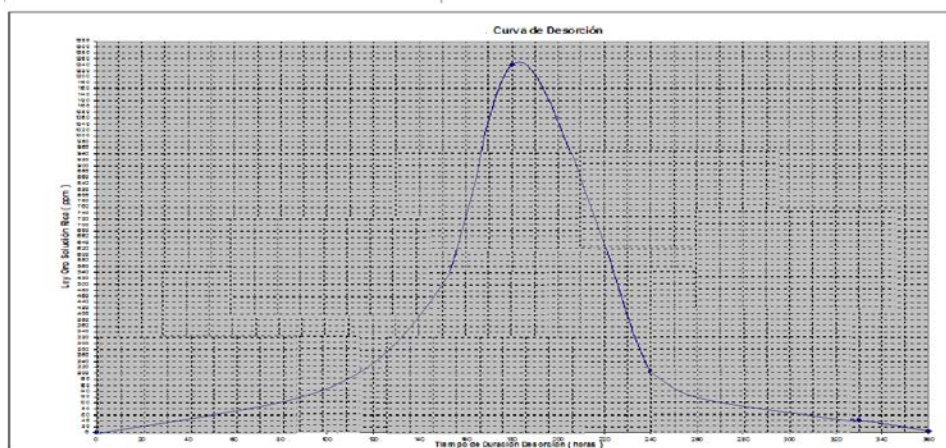


Fig 2.5 Curva de desorción ley de solución vs tiempo de desorción

2.2.4 Regeneración Térmica

Una vez que el carbón activado ha pasado por la operación de desorción, éste puede ser transferido a las últimas columnas de los circuitos de adsorción como se mencionó anteriormente. Sin embargo, de ser necesario, el carbón puede ser transferido al circuito de regeneración térmica para su reactivación a una velocidad de 350 kg/h y utilizando diesel 2 como combustible; la fig 2.6 muestra la secuencia por la que se debe transitar el carbón para su regeneración térmica. Los equipos involucrados en esta operación se describen a continuación:

- Pre-secador, este equipo es el encargado de evaporar la humedad que contiene el carbón así como eliminar otras sustancias volátiles a una temperatura de 120 °C.

- Horno de regeneración, el pre-secador alimenta de forma continua el carbón al horno rotatorio horizontal para su reactivación a 700°C, para luego ser descargado en un tanque de enfriamiento y ser transferido a las últimas columnas de los circuitos de adsorción. Los gases provenientes de estas etapas salen con una temperatura de 350°C.

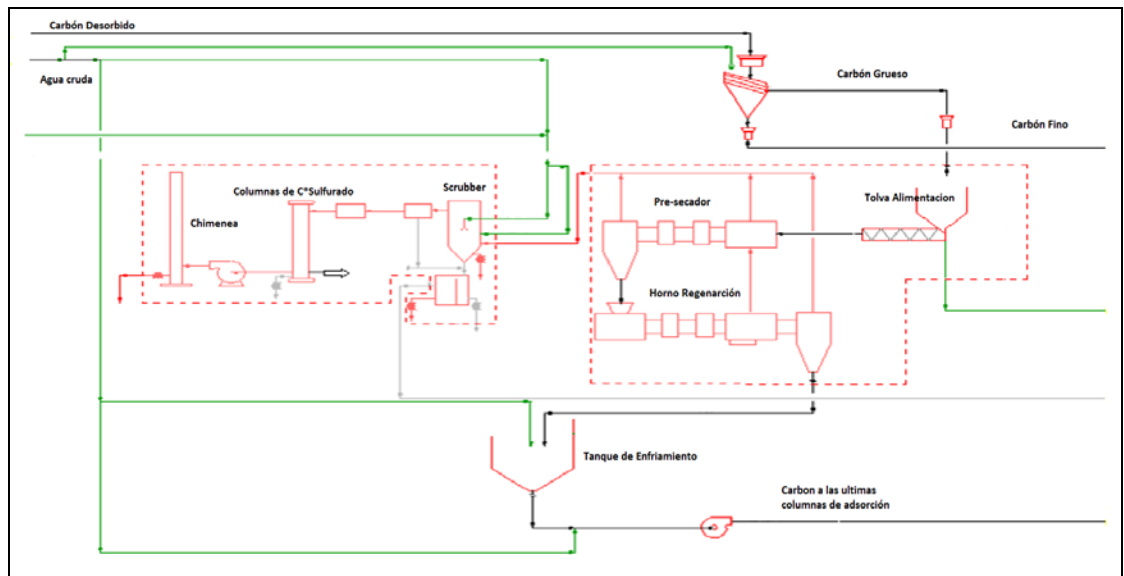


Fig 2.6 Diagrama de flujo de la regeneración térmica

- Scrubber, debido a la alta temperatura de la operación el mercurio adsorbido por el carbón activado es también removido y por ser un elemento dañino para la salud se requiere de todo un sistema que pueda atrapar y drenar del proceso al mercurio. Por esta razón los gases generados en el horno son dirigidos hacia una cámara de lavado o scrubber donde son enfriados a 15 °C utilizando dos corrientes de agua: una superior a 5 m³/h y otra inferior a 10 m³/h. Parte del mercurio es condensado en este equipo y descargado por gravedad a un tanque inferior con agua (seal pot). Los gases pasan luego por una malla metálica para retener la humedad remanente.
- Columnas de carbón impregnado con azufre, esta es la última etapa del tratamiento de los gases donde el mercurio remanente que no fue condensado en el scrubber es adsorbido por el carbón sulfurado. La planta cuenta con 6 columnas de 1 tonelada de capacidad cada una,

asegurando que los gases de descarga cumplan con los requerimientos ambientales.

Los resultados de esta operación retornan las propiedades del carbón activado como se muestra en la fig 2.7 con respecto a un carbón nuevo.

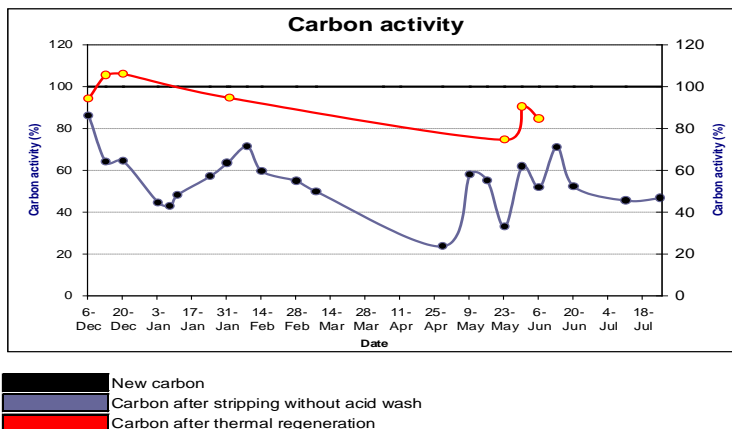


Fig 2.7 Resultados de regeneración Térmica

2.2.5 Regeneración Química

La actividad del carbón, luego de las operaciones de lavado ácido y desorción, medida con respecto a un carbón activado virgen se muestra en la figura 2.8. Como puede observarse, la actividad del carbón aumenta con la regeneración química aunque no en gran magnitud.

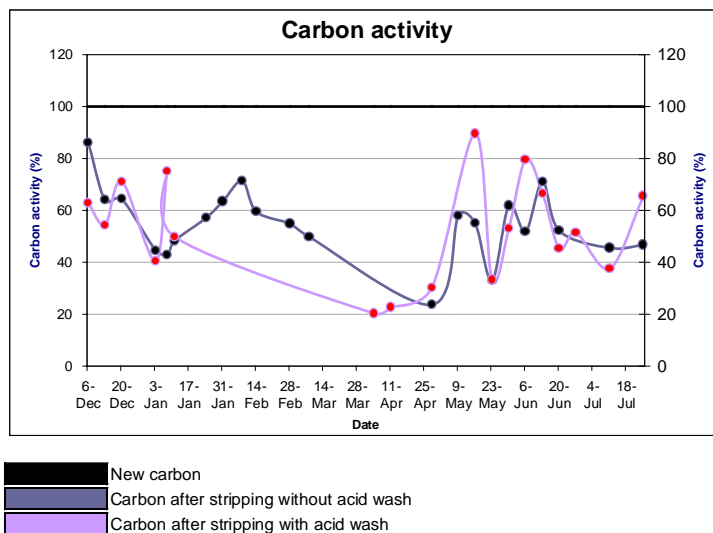


Fig 2.8 Resultados de regeneración química

Tabla 2.4 Balance de Materia en adsorción y desorción

BALANCE DE MATERIA DE ELEMENTOS VALIOSOS

Consideraciones: Base de cálculo, 1 día operativo y 1 lotes de desorción

Adsorción			Au	Ag	Cu	Hg		Au	Ag	Cu	Hg
Ingresos	kilos	Ley	Ley					kg			
Solución rica	48,000,000	g/m3	0.20	0.50	0.98	0.17		9.50	23.76	47.04	8.16
Carbón nuevo	240	g/kg	0.00	0.00	0.00	0.00		-	-	-	-
carbón pobre de strip	7,500	g/kg	0.06	0.19	0.03	0.19		0.46	1.46	0.24	1.40
Total in kilos	48,007,740		9.97	25.22	47.28	9.56		9.97	25.22	47.28	9.56
Out											
Solución barren	48,000,000	g/m3	0.02	0.02	0.33	0.09		0.86	0.95	15.68	4.08
Carbón cargado	7,500	g/kg	1.19	3.16	4.06	0.71		8.89	23.67	30.46	5.33
Carbón fino	240	g/kg	0.91	2.49	4.74	0.65		0.22	0.60	1.14	0.16
Total Out	48,007,740		9.97	25.22	47.28	9.56		9.97	25.22	47.28	9.56

Desorción			Au	Ag	Cu	Hg		Au	Ag	Cu	Hg
In	kilos	Ley	Ley					kilos			
Carbón cargado	7,500	g/kg	1.19	3.16	4.06	0.71		8.89	23.67	30.46	5.33
Soda Caústica	250	g/kg	0.00	0.00	0.00	0.00		-	-	-	-
Cianuro de Sodio	200	g/kg	0.00	0.00	0.00	0.00		-	-	-	-
Solución intermedia	40,000	g/m3	0.40	0.40	0.20	0.20		0.02	0.02	0.01	0.01
Agua blanda	70,000	g/m3	0.00	0.00	0.00	0.00		-	-	-	-
Total input	117,950		8.91	23.69	30.47	5.33		8.91	23.69	30.47	5.33
Out											
Solución rica a MC	110,450	g/m3	0.08	0.20	0.27	0.04		8.43	22.21	30.22	3.92
Gases de Combustión											
Solución intermedia	40,000	g/m3	0.40	0.40	0.20	0.20		0.02	0.02	0.01	0.01
Carbón pobre	7,500	g/kg	0.06	0.19	0.03	0.19		0.46	1.46	0.24	1.40
Total Output	117,950		8.91	23.69	30.47	5.33		8.91	23.69	30.47	5.33

Recuperaciones		Au	Ag	Cu	Hg
Adsorción		91%	96%	67%	50%
Desorción		95%	94%	99%	74%

2.4 COSTOS OPERATIVOS

En los últimos años las condiciones operativas han sufrido algunas variaciones debido a las bajas leyes de las soluciones que alimentan las plantas. Estas nuevas condiciones nos hicieron reevaluar algunos gastos que estuvimos haciendo como buenas prácticas en las distintas etapas del proceso. A continuación revisaremos algunos de estos gastos.

2.4.1 Costos por regeneración Térmica

Se realiza la evaluación económica para la regeneración térmica, debido al alto costo por el consumo que se realizaba por reposición de uno de los insumos que debería ser repuesto mensualmente. Los cálculos son mostrados en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Tabla de Gastos por Regeneración

GASTOS POR BATCH de REGENERACION (7.5TM)						
ENERGÍA						
	Bomba	Potencia		Tiempo de trabajo		Energía
	Tag	HP	Kw	min	hr	Kw - Hr
Zaranda	SC - 09715	2.5	1.9	60	1.0	1.9
Feeder	BN - 09102	2.0	1.5	1440	24.0	36.0
Predryer	DR - 09102	3.0	2.2	1440	24.0	52.8
Valve	FE - 09102	0.5	0.4	1440	24.0	8.9
Kin	FE - 09102	5.9	4.4	1440	24.0	105.6
Blower	FA - 09102	20.1	15.0	1440	24.0	360.0
Fan	FA - 09780	40.2	30.0	1440	24.0	720.0
Transfer pumps	PU - 09785	15.0	11.2	60	1.0	11.2
Zaranda	SC - 09736	2.5	1.9	60	1.0	1.9
Aqua de descarga	PU - 09822	30.0	22.4	60	1.0	22.4
Total Kw-hr						1,321
sub Total 1						\$462
REACTIVOS						
	kg	\$ / Kg	\$			
Diesel	395.3	2.37	\$938.1			
Carbón Fino	1500.0	2.33	\$3,494.0			
Carbon Sulfurado	340	17.25	\$5,865.0			
sub Total 2						\$10,297
LABOR						
	hr	\$ / hr	\$			
01 Técnico I	21.0	4.40	\$92.5			
01 Operador III	21.0	3.90	\$81.9			
sub Total 3						\$174
Total Gast						\$10,934

Después de analizar los gastos se puede decir que regenerar térmicamente para nuestra operación es antieconómico, esto debido a que se genera no menos del 20% del carbón a regenerar como fino o cenizas que se deben retirar del sistema, el carbón regenerando térmicamente solo alcanza a recuperar sus propiedades en 50%. Los gastos por reposición de carbón sulfurado son elevados. Por otro lado no se han considerado los gastos por mantenimiento de los distintos equipos e instrumentos que se debe realizar mensualmente. Los gastos equivalen a 5.0 toneladas de carbón virgen que tienen 100% de propiedades comparadas con el carbón regenerado.

2.4.2 Costos por Desorción

Se hace la evaluación de gastos por cada batch de desorción y en resumen estos se distribuyen como se indica en la tabla 2.6

Tabla 2.6 Tabla de Gastos por cada desorción

GASTOS POR BATCH de DESORCIÓN (7.5TM)		
Energía	9%	\$181
HCl	3%	\$58
NaOH	10%	\$201
Diesel	38%	\$748
Ac Sulfam	1%	\$18
NaCN	21%	\$417
Agua	2%	\$35
Nalco	5%	\$106
Carbón	6%	\$111
Labor	4%	\$73
Total		\$1,948

Los gastos por cada desorción que se realizan son los mismos, por lo que se debe maximizar la carga del carbón, hasta obtener el equilibrio entre el barren y la máxima carga que podría soportar el carbón por cada gramo de oro por kg de carbón.

CAPITULO III

OPTIMIZACION DEL PROCESO DE DESORCION PLANTA DE CARBON

3.1 INTRODUCCION

Desde el inicio de las operaciones a la actualidad, la concentración de oro y plata de la soluciones provenientes de las distintas etapas de los pads de lixiviación han disminuido considerablemente desde concentraciones en oro de 0.88 ppm hasta 0.16ppm, esta variación también afecta a la plata que fue disminuyendo desde 1.5ppm hasta 0.25ppm. Así como la solución ha variado en concentración de oro y plata, esta también ha sufrido variación de otros elementos como son cobre, zinc, mercurio, selenio, bario, carbonatos y sulfatos, provenientes de minerales que has dejado de ser solo óxidos para entrar a una nueva especie llamada transicional por las características intermedias entre óxidos y sulfuros. Esta nueva calidad de soluciones nos ha obligado a realizar algunas variaciones en nuestras operaciones con la finalidad de continuar siendo eficientes en las distintas áreas de procesos.

3.2 ANALISIS DE LA INFORMACION EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROCESO

Se realiza el análisis de la información para de esta manera poder definir algunas mejoras en las distintas subetapas del proceso de CIC. Dividiremos la evaluación en distintas subetapas que son adsorción, desorción, actividad del carbón y en cada una de ellas se estará evaluando los factores que con

mayor incidencia generan reducción de las eficiencias de las subetapas definidas.

3.2.1 Presencia de otros elementos en la adsorción

A través de graficas explicaremos la incidencia de la presencia de ciertos elementos que son analizados por ICP en las soluciones que alimenta las columnas de adsorción.

- Mercurio: En la figura 3.1 se muestra que las concentraciones de Hg son desde 250 hasta 3500 ppb y que a mayor concentración de este elemento se tiene una menor recuperación por adsorción.

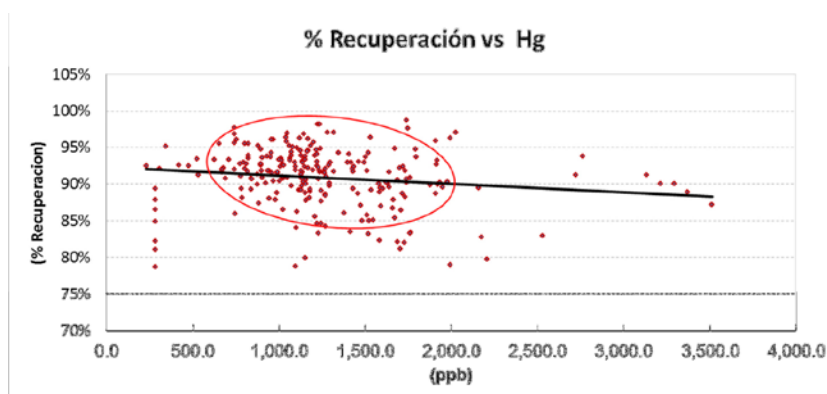


Fig 3.1 Efecto de la concentración de Hg en la solución

- Cobre: En la figura 3.2 mostramos que tenemos concentraciones en solución desde 1 hasta 18 ppm. Y que de manera similar que el Hg, a mayor concentración de Cu, menor es la recuperación de oro. La concentración de cobre varia en un amplio rango debido a la variación de este elemento en el mineral, que como se indicara está cambiando a una etapa en que no solo es óxido.

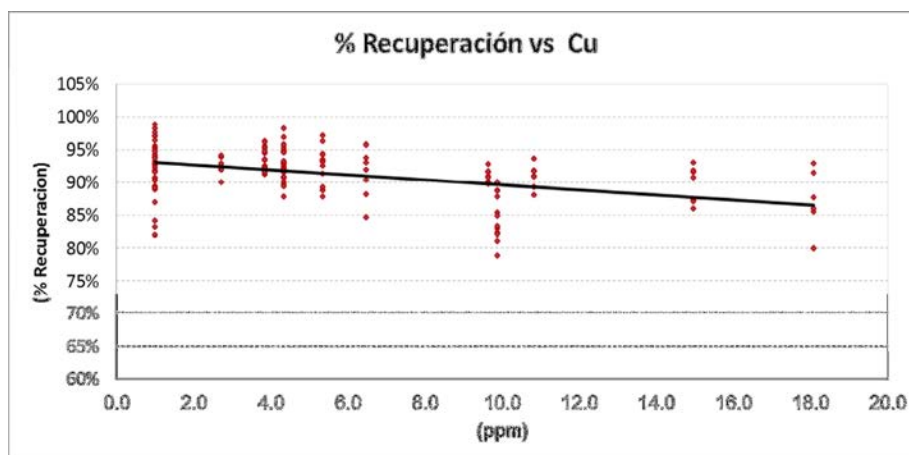


Fig. 3.2 Efecto de la concentración de Cu en la solución

- Zinc: En la figura 3.3 se muestran que las concentración de este elemento son desde 0.5 hasta 5.0 ppm y su efecto para la adsorción es negativo.

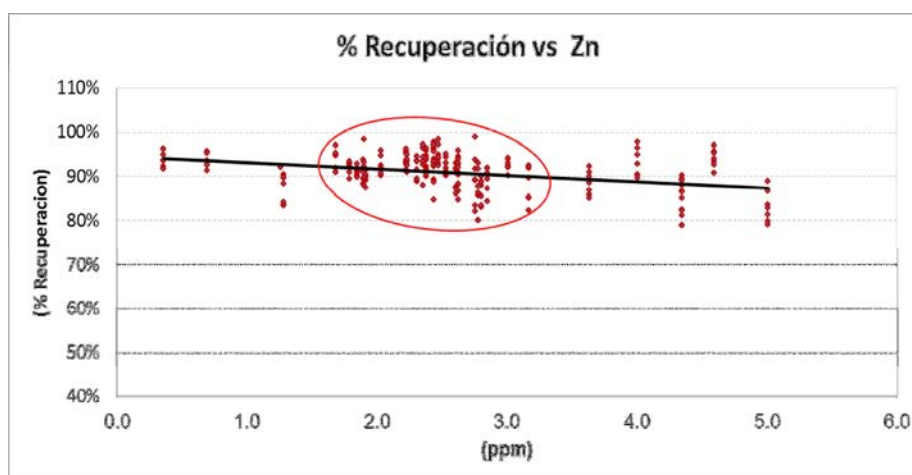


Fig. 3.3 Efecto de la concentración de Zn sobre la recuperación de Oro

- Plata: Otro de los elementos que compite con el oro en la adsorción es la plata y se puede observar en la figura 3.4 que a mayores concentraciones de Ag, menor es la recuperación de oro.

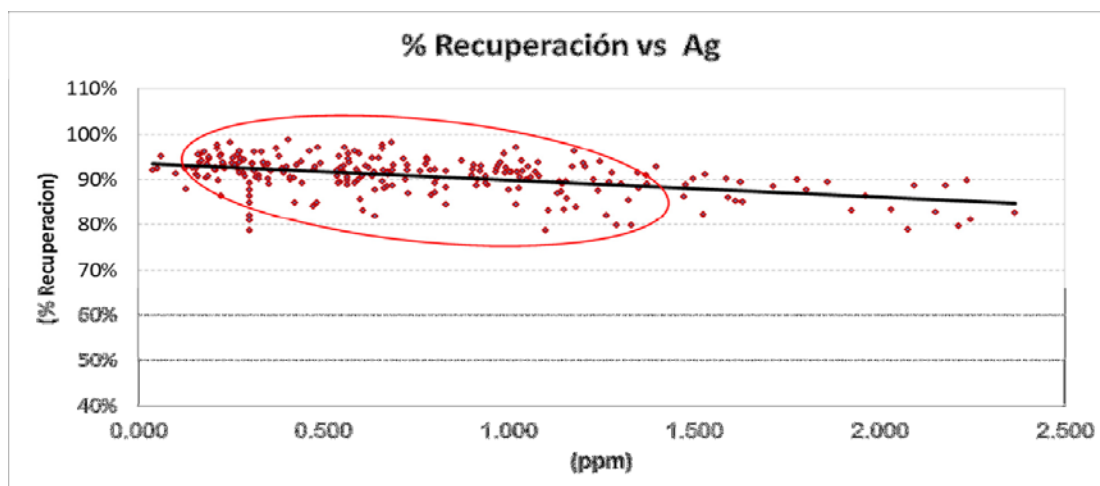


Fig. 3.4 Efecto de la Ag sobre la recuperación de oro en carbón activado

- Bario: Este elemento es poco considerado como perturbador en la recuperación de oro, debido a su bajas concentraciones, para nuestras operaciones estos valores se encuentran en rangos de 0.01 a 0.02 ppm.

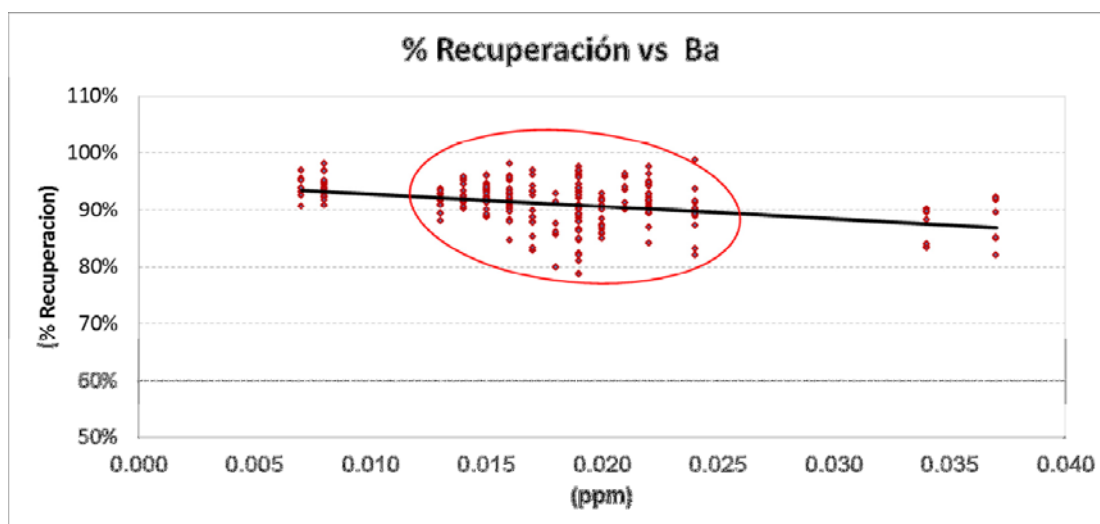


Fig. 3.5 Efecto de la concentración de Ba sobre la recuperación de Au

- Selenio: El rango de concentración para nuestras operaciones es bastante amplia desde 0.023 a 1.534 ppm, su presencia en la

recuperación de oro es negativo sobre todo a valores altos, tal como se muestra en la figura 3.6

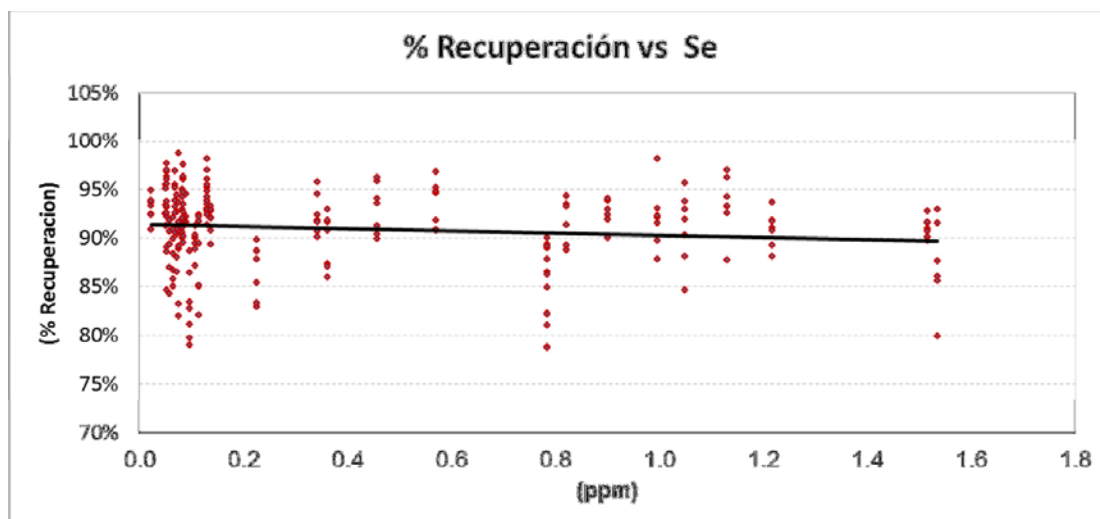


Fig 3.6 Efecto de Se en la recuperación de Au sobre el carbón

3.2.2. Actividad del Carbón e incrustaciones

La actividad de carbón en nuestras operaciones, ha sido definida como la medida en que un carbón activado usado puede adsorber oro en comparación de un carbón nuevo.

A través de distintas graficas estaremos analizando cómo afectan los distintos elementos y/o compuestos químicos en el performance de la actividad del carbón.

La primera gráfica, es decir figura 3.7 muestra el incremento de la recuperación de oro con el incremento de la actividad.

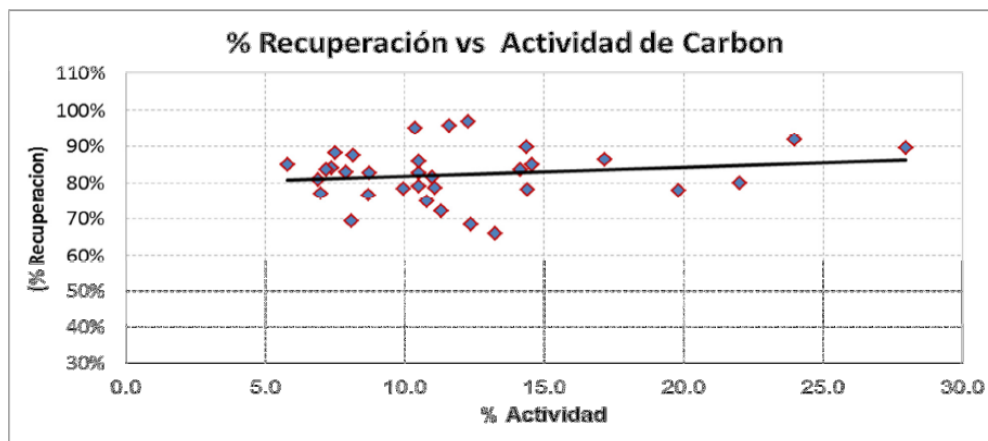


Fig. 3.7 Recuperación de Au en función de la actividad

Como se puede observar para mismos valores de actividad se tienen recuperaciones muy cercanas, pero no iguales, esto debido al incremento de otros elementos o compuestos que no son removidos durante el lavado ácido.

- Total de Sólidos Disueltos (TDS), está referido a todas las sustancias orgánicas e inorgánicas en forma suspendida en la solución rica. La figura 3.8 muestra que la concentración de los TDS se mantiene en rangos de 4800 a 5700 y para estos rangos la actividad varía de 7.5 a 15% y la tendencia indica que menores concentraciones de TDS la actividad del carbón mejora considerablemente.

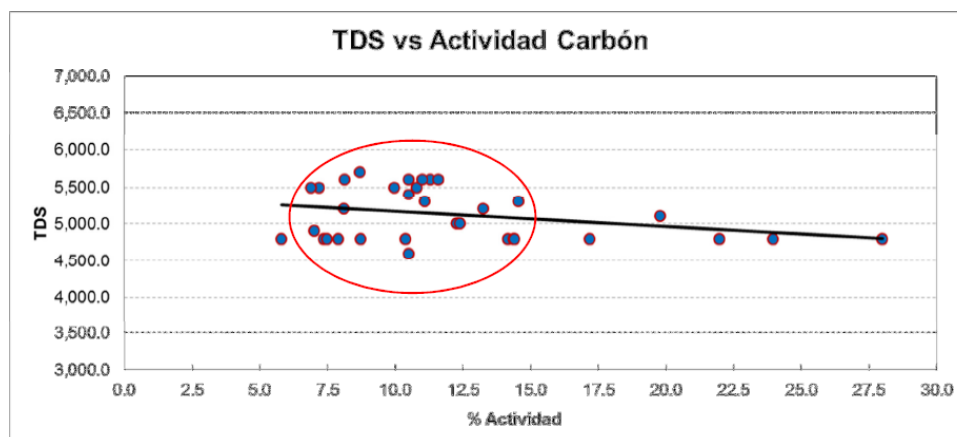


Fig. 3.8 Efecto de los TDS sobre la actividad del carbón

- Sulfato: El ion sulfato también reduce la actividad del carbon, el rango de mayor concentración es de 2200 a 3300ppm y la actividad varia de 7.5 a 15%, mientras que a menores concentraciones la actividad puede llegar a 27%, tal como se muestra en la figura 3.9

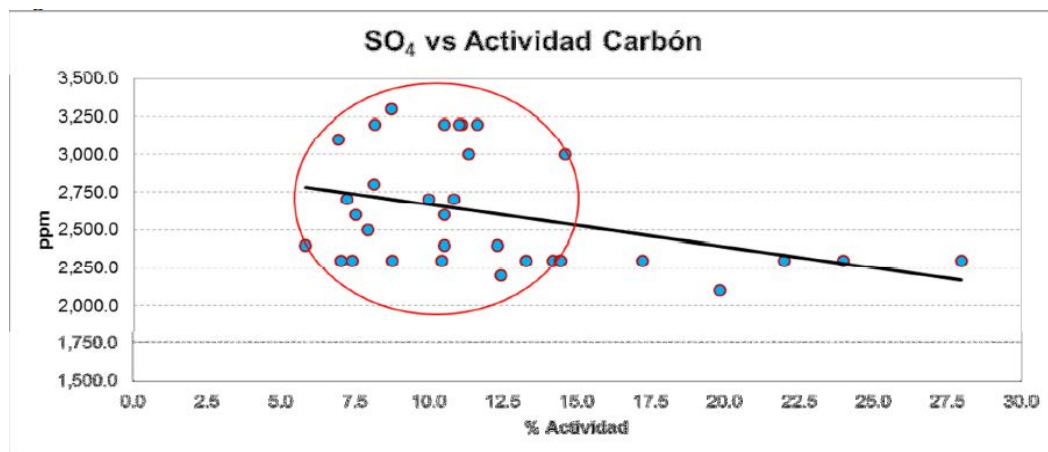


Fig. 3.9 Efecto del ion sulfato sobre la actividad del carbón

- Dureza: Como concentración de sales de magnesio y calcio. La figura 3.10 muestra que a menor concentración de dureza la actividad del carbón mejora.

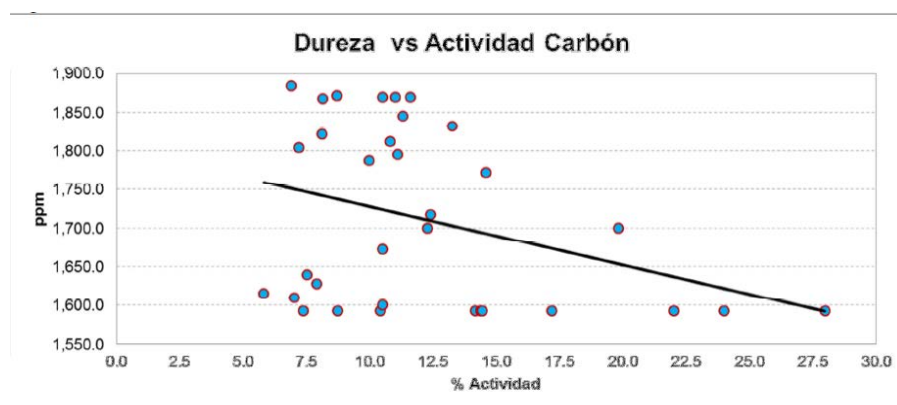


Fig. 3.10 Efecto de la Dureza sobre la actividad del carbón

- Efecto del Ca, Cu, Mg y As: La figura 3.11, muestra el efecto de Ca, Cu, Mg y As sobre la actividad del carbón activado, en todas ellas se observa una menor actividad del carbón.

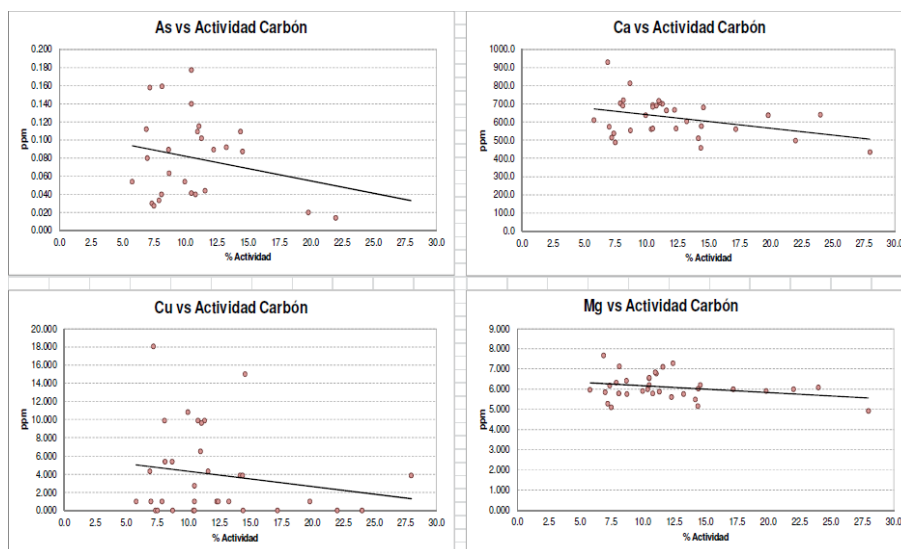


Fig. 3.11 Efecto del As, Cu, Mg y Ca en la actividad del carbón

3.2.3. Efecto de la presencia de otros elementos en la Desorción

Las siguientes correlaciones corresponden a la recuperación de oro después de la desorción.

- **Cobre:** la figura 3.12 muestra la concentración de oro en el carbón descargado y el efecto en la desorción del oro, las mejores recuperaciones se logran en rangos de 20 a 100grCu/Kg de carbón como Cu remanente en el carbon descargado.

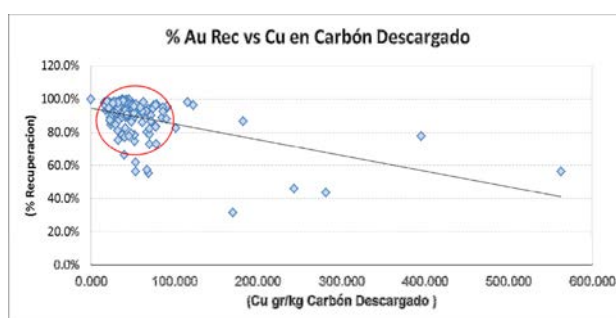


Fig 3.12 Recuperación de oro vs el Cu gr/Kg de carbón descargado

- Plata: La figura 3.13 muestra el efecto de la Ag remanente en la desorción del oro, a mayor concentración de Ag en el carbón, la recuperación disminuye drásticamente. Los mejores recuperaciones de Au de desorción ocurre en el rango de 0.017 a 0.132 gr Ag/ Kg de carbón.

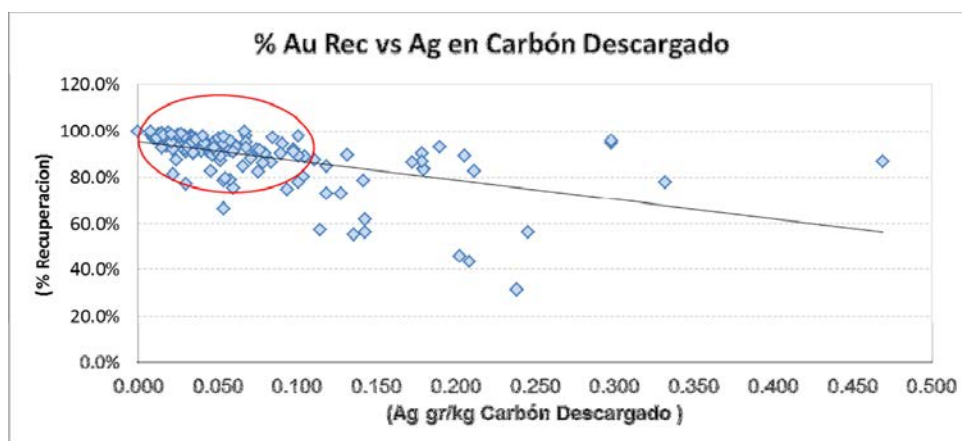


Fig 3.13 Recuperación de oro vs la Ag gr/Kg de carbón descargado

- Mercurio: Este metal también tiene un efecto negativo en la desorción de oro, la tendencia que se muestra en la figura 3.14 indica que a mayor concentración de Hg remanente en el carbón, la recuperación de oro disminuye.

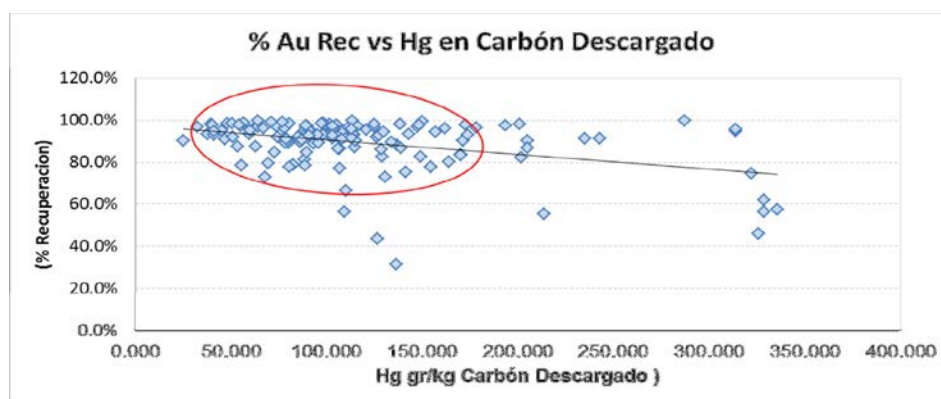


Fig 3.14 Recuperación de Au vs el Hg gr/Kg de carbón descargado

3.3 OPTIMIZACION DEL PROCESO DE DESORCION

Después de revisar y analizar los distintos efectos por la presencia de nuevos elementos y compuestos en la solución podemos indicar que para poder mejorar la capacidad de carga en el carbón debemos empezar por retornar al sistema carbones descargados con la mínima cantidad de elementos.

Es así que se revisan los resultados de los carbones descargados después de cada ciclo de desorción los que se muestran en la figura 3.15 y se observa que se tiene una alta variabilidad en cuanto a la cantidad de oro que retorna al sistema, esto genera los siguientes efectos para una buena operación:

- Rápida saturación del carbón por adsorción.
- Perdidas de oro por generación de carbón fino.
- Mayor consumo de carbón por generación de finos.
- Retorno de oro al sistema.

Identificados los efectos que se producen por una deficiente desorción, se procede a reevaluar el procedimiento e identificar las oportunidades de mejora.

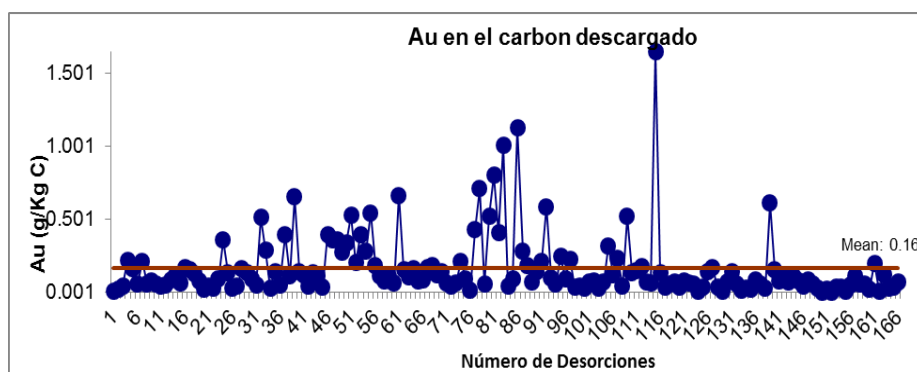


Fig 3.15 Au en el carbón descargado

3.3.1 Definición de la Oportunidad

Para poder definir la oportunidad debemos indicar que cada desorción que se realiza contiene un aproximado de a 7.5 T de carbón cargado con oro. Por cada 0.01kg de Au por tonelada de carbón que retorna al sistema, significa

que 2.5 onzas de oro estarían siendo retratándose, perdiendo la oportunidad de ser vendidas. Esto en un mes significa 72.34 onzas que dejan de ser negociadas. Se define que el valor que se debe obtener como máximo no debes ser mayor a 0.08 gAu/kg de C. Se debe tener presente que los valores de Au en el carbón descargado antes de iniciar las mejoras estaban alrededor de 0.16gAu/Kg de C, como promedio del primer semestre 2011.

3.3.2 Revisión de los análisis del Au en el carbón descargado

De las 166 desorciones realizados en el primer semestre podemos indicar lo siguiente:

- El promedio es 0.163 gr Au/Kg de C (fig 3.16)
- De no hacer nada se espera que en el futuro los valor mayores al límite establecido sea 64.71% (valor calculado con Sigma XL)

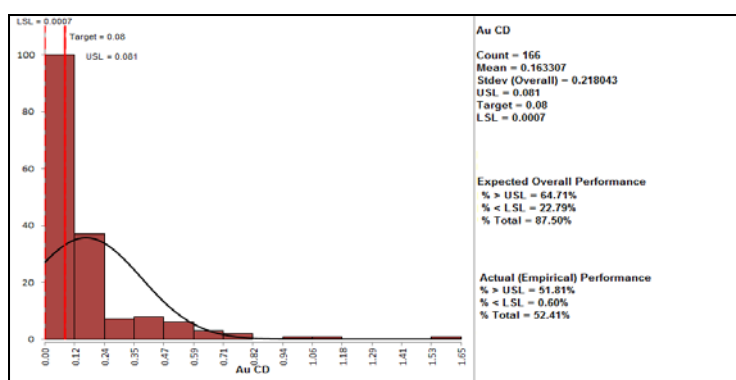


Fig. 3.16 Histograma de los 166 desorciones realizadas

3.3.3 Identificación de Variables determinantes

Las variables con mayor influencia para mejorar la eficiencia de desorción son:

- Temperatura y Presión
- Soda caustica

- Cianuro de sodio

3.3.3.1 Efecto de la Soda cáustica

La figura 3.17 muestra el efecto del incremento de soda en los batches de desorción y los resultados para un promedio de 30 batches de desorción.

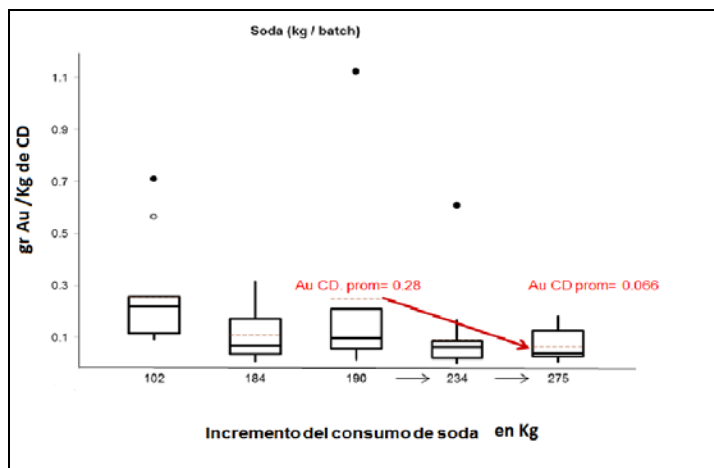


Fig.3.17 Efecto del incremento de soda para la reducción de Au en carbón descargado (CD)

Esta variable depende también de un buen enjuague después de lavado ácido, de no realizarse con la suficiente cantidad de agua el carbón ingresara al Tanque de desorción con pH ácido, el mismo que consumirá soda y generara hidrolisis del cianuro, por lo que se debe medir el pH durante la primera hora de recirculación de tal manera que de ser necesario se ajuste a pH mayor a 10.5.

3.3.3.2 Efecto del cianuro de sodio

En la figura 3.18 se muestra el efecto del incremento de cianuro para una mayor recuperación de Au después del ciclo de desorción.

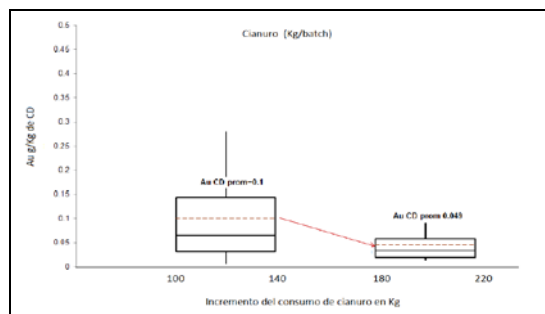


Fig.3.18 Incremento del consumo de cianuro por batch de desorción

3.3.3.3 Efecto de la temperatura y presión

La figura 3.19, muestra el comportamiento de la temperatura durante un ciclo de desorción antes de automatizar el proceso. Estos resultados son producto de la operación manual de las 08 horas que demora cada desorción. Aquí se puede ver un pobre control de la presión (línea roja) y temperatura (línea verde). Los resultados de las distintos ciclos de desorción son mostrados en la figura 3.20, y en esta se puede indicar que aunque la temperatura es mayor a los 120°C aún se tiene un promedio Au en el carbón descargado de 0.11 grAu/kg CD. Esto nos lleva a la conclusión que debemos trabajar sobre la automatización del proceso de desorción

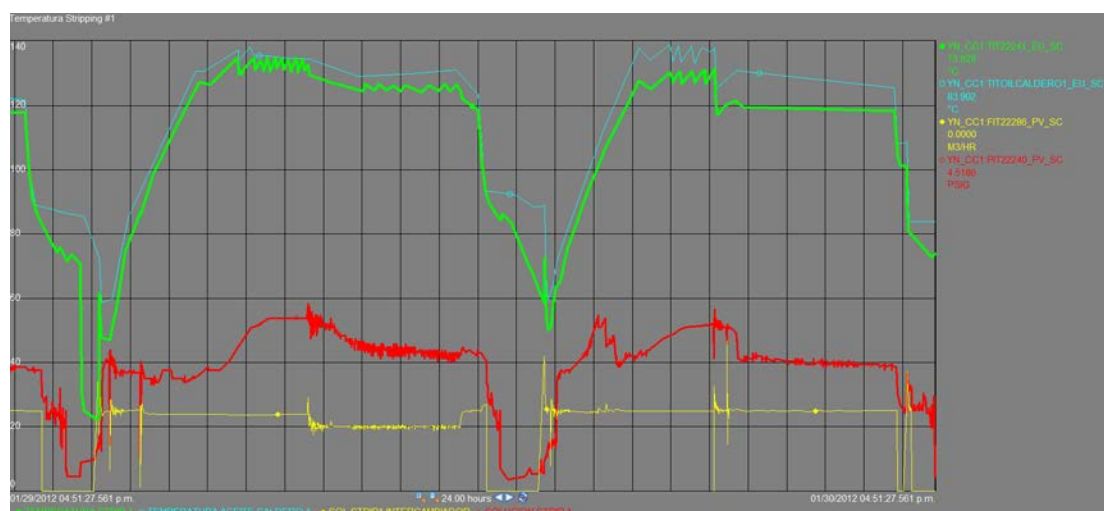


Fig. 3.19 Comportamiento de la temperatura, presión y recirculación durante la desorción

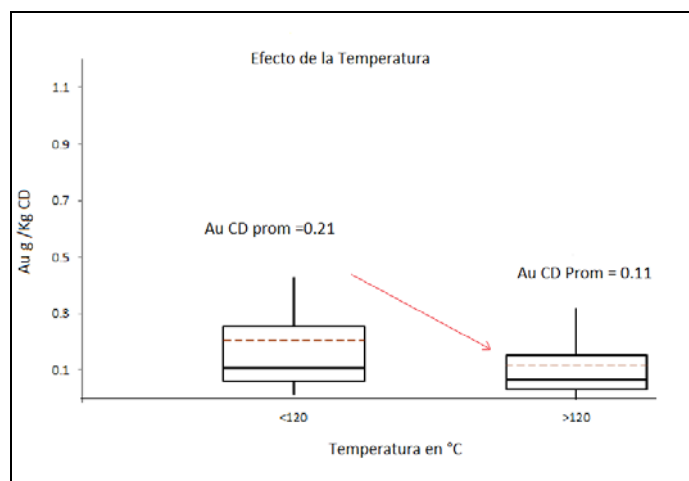


Fig. 3.20 Efecto de la temperatura sobre en los carbones descargados

3.4 AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE DESORCION

Del análisis de la información, hemos podido observar que controlar la dosificación de reactivos en el proceso no es suficiente, para garantizar una alta eficiencia de desorción por ciclo. Un análisis actual de la temperatura en nuestras operaciones, figura 3.21 nos hace revisar los distintos instrumentos y equipos, así como lógica de control que nos lleve a un mejor control del parámetro temperatura y presión.

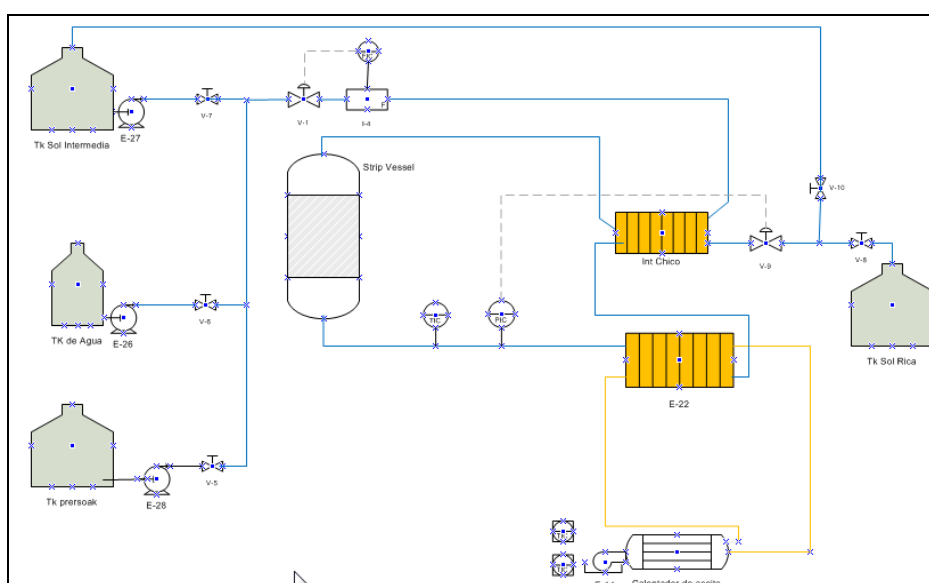


Fig. 3.21 Instrumentos y equipos para el control de la temperatura y presión, antes de la automatización.

3.5 RESULTADOS DESPUES DE LA OPTIMIZACION

Los resultados de la desorción para el segundo semestre son mostrados en la figura 3.24

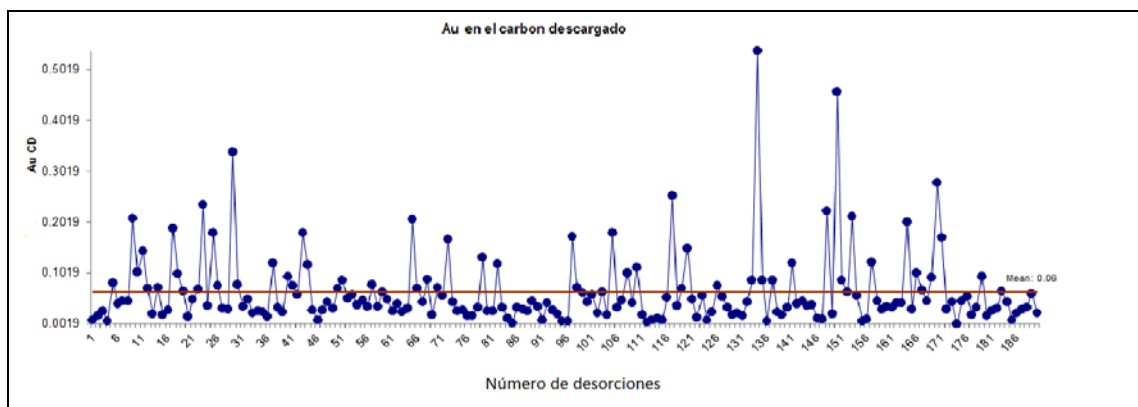


Fig. 3.24 El promedio del segundo semestre después de la optimización es de 0.06 g Au / Kg carbón descargado

Estadísticamente aún tenemos oportunidad de seguir mejorando por el alto valor de desviación estándar, de acuerdo a lo mostrado en la figura 3.25

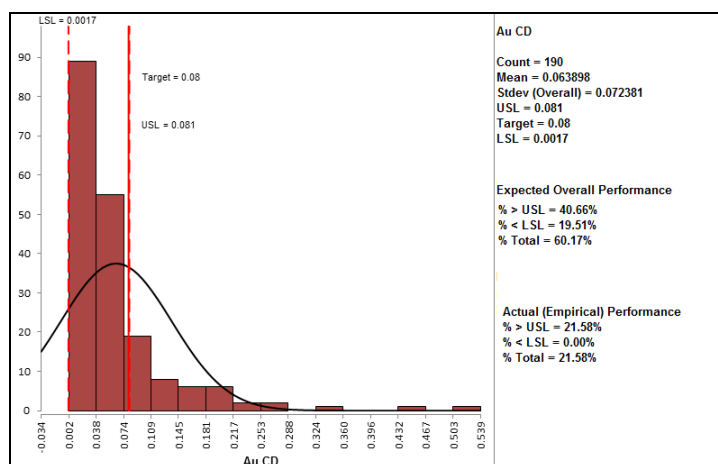


Fig 3.25 Histograma de los 190 batches de desorción después de optimización

3.6 EVALUACION ECONOMICA

Para la evaluación económica utilizaremos el modelo que es utilizado por el área de Excelencia de Negocios. El horizonte para la evaluación del proyecto

considera hasta el tercer año de tratamiento en planta de carbón y de acuerdo a los planes de producción que actualmente se manejan este alcanzaría hasta el año 2019.

3.6.1 Definiciones Generales

Línea Base (LB), El valor a considerar como Au es de 140.37 gr por tonelada de carbón descargado, valor obtenido como promedio desde el año 2009 y primer semestre 2011.

CTQ, Es el valor objetivo a conseguir, para la evaluación se considera 80 gr Au por tonelada de carbón descargado.

Promedio Mensual Real (PMR), Valor real mensual, como promedio de todos los lotes que fueron enviados a desorción durante el mes en evaluación.

Beneficio después del Proyecto (BDP), se obtiene entre la diferencia de la línea base y el CTQ.

Beneficio del Proyecto real (BPR), es la diferencia entre PMR y LB.

Beneficio Neto (BN), es el valor a ser utilizado como beneficio neto del proyecto.

CAS, por siglas en ingles de Cost Applicable to sales.

Carbón Descargado Referido a la cantidad de carbón que es desalojado del tanque de desorción después de realizar la desorción

Au en el carbón descargado, cantidad de oro en gramos por tonelada de carbón descargo.

3.6.2 Ingresos Adicionales

Como ejemplo de cálculo tomaremos como partida el mes de agosto 2011, mes donde se inician los cambios por mejoras operativas.

Kg Carbón Por batch de desorción = 7500

Au en carbón descargado = (Au Antes del proyecto-Au Obetnido)*7500/1000

$$= (140.37-70.11)*7500/1000 \text{ gr}$$

$$= 526.95 \text{ gr}$$

Au en Onzas en carbón descargado = 16.94

Numero de lotes desorbidos por mes = 38

Onzas en solución enviadas a precipitación = $38 * 16.94 = 643.72$

Eficiencia de recuperación del proceso precipitación = 98.07

Eficiencia de Recuperación en fundición = 98

Onzas Mensuales Obtenidas = $643.72 * 0.9807 * 0.98 = 618.67$

\$/Onzas = 1500 para año 2012

Ingresos adicionales = $618.67 * 1500 = 928,126 \text{ US } \$$

3.6.3 Costos Asumidos

Consumo Adicional de Cianuro: Hasta Junio 2011 el consumo se mantenía en 120 kg por batch de NaCN. El incremento por mayor consumo se inicia en agosto 2011 donde se emplea como promedio 200kg de cianuro por batch de desorción. El cálculo para este mayor gasto es la diferencia:

Mayor Consumo : $200-120 = 80$ kg por batch.

Numero de lotes desorbidos por mes (para agosto) = 42

Costo aproximado de cianuro = 0.983 \$/ kg

Gasto Total de cianuro = $80*38*0.983 = \$ 2988.20$

Gastos adicionales por Soda: Antes de iniciar con la mejora el consumo por soda por cada lote de desorción se incrementa de 190 kg a 250 kg.

El costo aproximado por soda es de 0.7947 \$/kg

Gasto Total Adicional por soda = $(250-190)*38*.07947 = \$1811.92$

Los gastos adicionales por onza producida, participación de trabajadores y por relaciones comunitarias asciende a US \$ 491,878.59

El Gasto Total final es de : $491,878.59+2988.20+1811.20 = US \$496,679.$

3.6.4 Beneficio Neto

Beneficio Neto= Ingresos Adicionales-Gastos Totales

Beneficio Neto = $928,126-496,679 = 431,447$

3.6.5 Valor Actual Neto

Para el cálculo usaremos una tasa mensual de 0.8%

$VAN = 431.447 / (1+.08\%)^3 = 421,288$ US \$

3.7 Cuadros de Ingresos Egresos

A continuación se estará presentando las distintas tablas en lo que se presentan los cálculos en donde se determina el ingreso mensual por adelantamiento de onzas, con lo que se demuestra el beneficio del trabajo realizado.

Tabla 3.1 Información General

Informacion General	
Nombre del Proyecto	Reducción de la variabilidad del Au en el carbon descargado
Region:	South America
Inicio del proyecto	06/2011
Inicio de la Implementacion	06/2011
Beneficios Estimados a 03 años	\$ 13,896,071.66
Conversiones y Precios Estimados	
Gramos por onzas troy (g/oz)	31.1035
Lobras por tonelada(Para cobre solament	2,000
	2011 BP
Precio Au (\$/oz)	\$1,300
Precio Cu (\$/lb)	\$4.00
Precio Plata (\$/oz)	\$25.00
Royalties e Impuestos Gubernamentales	
	Yanacocha
Participacion general de trabajadores	8.00%
Relaciones comunitarias	3.75%
Royalties	0.00%
Other	

Tabla 3.2 Evaluación de Beneficios-1er Año

Beneficios Operacionales	1er año del proyecto												Year 1
	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	
Linea base	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37
CTQ	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Resultados Reales del proceso	72.71	67.48	70.11	38.36	66.49	89.51	65.68	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Beneficio Cuantificado del proyecto	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37
Beneficio Real del Proyecto	67.66	72.89	70.26	102.01	73.88	50.86	74.69	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37
Beneficio del proyecto realizado con ajustes	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	50.86	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37

Revenue calculation														
KG carbon /batch	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	90000.00
Au Grams/ batch	507.46	546.68	526.95	765.11	554.10	381.44	560.21	452.78	452.78	452.78	452.78	452.78	452.78	6105.88
Au oz super rich solution/ batch	16.32	17.58	16.94	24.60	17.81	12.26	18.01	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	196.31
batch/ month	52.00	46.00	38.00	32.00	33.00	31.00	34.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	466.00
Oz in super rich solution/month	848.39	808.51	643.78	787.16	587.89	380.17	612.38	582.29	582.29	582.29	582.29	582.29	582.29	7,579.76
Merrill efficiency %	98.07	98.07	98.07	98.07	98.07	98.00	97.92	97.95	98.09	98.14	98.33	98.45	98.45	
Refinery efficiency %	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	
Accelerated Oz/month	815.41	777.07	618.75	756.55	565.00	365.13	587.68	558.94	559.73	560.05	561.12	561.80	561.80	7,287.24

Costos Asumidos														
Consumo adicional de cianuro			3,040.00	2,560.00	2,640.00	2,480.00	2,720.00	3,200.00	3,200.00	3,200.00	3,200.00	3,200.00	3,200.00	
Costo de cianuro / kg	1.24	1.08	0.98	1.05	1.06	1.01	1.04	1.01	1.01	0.92	1.00	0.97	0.97	
Costo adicional de cianuro US \$	-	-	2,988.93	2,684.43	2,797.26	2,512.17	2,825.28	3,216.16	3,216.16	2,931.19	3,190.03	3,102.31	3,102.31	
Consumo adicional de soda caustica	2,288.00	3,910.00	2,280.00	1,920.00	1,980.00	1,860.00	2,040.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	
Costo de soda/kg	0.83	0.82	0.79	0.78	0.77	0.76	0.96	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	
Costo adicional de soda US \$	1,893.07	3,203.17	1,811.89	1,492.09	1,532.83	1,419.55	1,962.03	2,143.53	2,143.53	2,159.61	2,159.61	2,159.61	2,159.61	
Total de costo de reactivos para mejorar el proceso	1,893.07	3,203.17	4,800.82	4,176.52	4,330.09	3,931.71	4,787.31	5,359.69	5,359.69	5,090.80	5,349.64	5,261.92	5,261.92	-
CAS (costo total de operaciones)	538.25	595.65	618.70	587.72	581.51	592.06	579.93	513.77	529.50	523.66	542.58	532.49	532.49	
Total Ingresos por onza acelerada	438,893.52	462,863.69	382,823.79	444,641.47	328,557.41	216,175.47	340,808.84	287,169.69	296,377.72	293,276.73	304,455.27	299,154.86	299,154.86	
% de participacion de los trabajadores	97,848.60	93,248.62	74,250.07	90,786.53	67,800.51	43,815.28	70,521.26	67,073.02	67,168.13	67,205.63	67,334.60	67,416.19	67,416.19	874,468.45
Relaciones comunitarias	45,866.53	43,710.29	34,804.72	42,556.19	31,781.49	20,538.41	33,056.84	31,440.48	31,485.06	31,502.64	31,563.09	31,601.34	31,601.34	409,907.09
Total de % participacion + Relaciones comunitarias	143,715.13	136,958.91	109,054.79	133,342.72	99,582.01	64,353.69	103,578.11	98,513.49	98,653.20	98,708.27	98,897.69	99,017.53	99,017.53	1,284,375.54

Cosotos por implementacion														
Tablero PLC instalación rack fuentes instrumentos strip				15000	15000									30,000.00
Equipos de instrumentación (cambio cada 2 años)				9662	9199.28									18,861.28
Flujómetros					8234									8,234.00
Mantto de flujometros (cada 6 meses)														

Resumen de beneficios																										
Beneficio Neto Cuantificado																										
Ingresos	\$	1,223,108	\$	1,165,608	\$	928,126	\$	1,134,832	\$	847,506	\$	547,691	\$	881,516	\$	838,413	\$	839,602	\$	840,070	\$	841,682	\$	842,702	\$	10,930,856
Gastos Adicionales	\$	584,502	\$	603,026	\$	496,679	\$	606,823	\$	464,903	\$	284,461	\$	449,174	\$	391,043	\$	400,391	\$	397,076	\$	408,703	\$	403,434	\$	1,341,471
Beneficio Neto Cuantificado	\$	638,606	\$	562,582	\$	431,447	\$	528,009	\$	382,604	\$	263,230	\$	432,342	\$	447,370	\$	439,211	\$	442,995	\$	432,980	\$	439,268	\$	5,440,642

Tabla 3.3 Evaluación de Beneficios-2do Año

Beneficios Operacionales	2do año del proyecto												Year 2
	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	
Linea base	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37
CTQ	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Resultados Reales del proceso	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Beneficio Cuantificado del proyecto	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37
Beneficio Real del Proyecto	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37
Beneficio del proyecto realizado con ajustes	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37

Revenue calculation														
KG carbon /batch	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	90000.00
Au Grams/ batch	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	7200.00
Au oz super rich solution/ batch	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	231.49
batch/ month	40.00	40.00	40.00	35.00	35.00	35.00	35.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	385.00
Oz in super rich solution/month	771.62	771.62	771.62	675.17	675.17	675.17	675.17	482.26	482.26	482.26	482.26	482.26	482.26	
Merril efficiency %	97.95	98.09	98.14	98.33	98.45	98.25	98.27	98.39	98.08	97.98	98.04	98.13		
Refinery efficiency %	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	
Accelerated Oz/month	740.67	741.72	742.14	650.62	651.40	650.10	650.20	465.00	463.54	463.09	463.33	463.78		7,145.59

Costos Asumidos														
Consumo adicional de cianuro	3,200.00	3,200.00	3,200.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,800.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	
Costo de cianuro / kg	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	
Costo adicional de cianuro US \$	8,289.80	8,289.80	8,289.80	7,253.58	7,253.58	7,125.67	7,125.67	5,089.77	5,089.77	5,089.77	5,089.77	5,089.77	5,089.77	
Consumo adicional de soda caustica	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,100.00	2,100.00	2,100.00	2,100.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	
Costo de soda/kg	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	
Costo adicional de soda US \$	2,159.61	2,175.81	2,175.81	1,903.83	1,918.11	1,918.11	1,918.11	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,370.08	
Total de costo de reactivos para mejorar el proceso	10,449.41	10,465.61	10,465.61	9,157.41	9,171.69	9,043.78	9,043.78	6,459.84	6,459.84	6,459.84	6,459.84	6,459.84	6,459.84	
CAS (costo total de operaciones)	539.44	553.82	518.06	517.62	544.49	536.88	518.56	531.07	539.01	556.25	558.65	567.29		
Total Ingresos por onza acelerada	399,551.49	410,781.16	384,469.27	336,769.17	354,681.74	349,026.68	337,166.80	246,944.98	249,854.03	257,590.97	258,838.70	263,093.67		
% de participacion de los trabajadores	88,880.73	89,006.78	89,056.47	78,073.94	78,168.55	78,012.54	78,024.36	55,799.75	55,625.02	55,570.22	55,599.57	55,653.08	857,471.00	
Relaciones comunitarias	41,662.84	41,721.93	41,745.22	36,597.16	36,641.51	36,568.38	36,573.92	26,156.13	26,074.23	26,048.54	26,062.30	26,087.38	401,939.53	
Total de % participacion + Relaciones comunitarias	130,543.58	130,728.70	130,801.68	114,671.10	114,810.06	114,580.91	114,598.28	81,955.88	81,699.25	81,618.76	81,661.87	81,740.46	1,259,410.54	

Cosotos por implementacion														
Tablero PLC instalación rack fuentes instrumentos strip														
Equipos de instrumentación (cambio cada 2 años)														
Flujómetros														
Manto de flujometros (cada 6 meses)				500.00						500.00				

Resumen de beneficios														
Beneficio Neto Cuantificado														
Ingresos	\$ 1,111,009	\$ 1,112,585	\$ 1,113,206	\$ 975,924	\$ 977,107	\$ 975,157	\$ 975,305	\$ 697,497	\$ 695,313	\$ 694,628	\$ 694,995	\$ 695,663	\$ 10,718,388	
Gastos Adicionales	\$ 540,544	\$ 551,975	\$ 525,737	\$ 461,098	\$ 478,663	\$ 472,651	\$ 460,809	\$ 335,361	\$ 338,013	\$ 346,170	\$ 346,960	\$ 351,294	\$ 1,259,411	
Beneficio Neto Cuantificado	\$ 570,465	\$ 560,609	\$ 587,469	\$ 514,827	\$ 498,443	\$ 502,505	\$ 514,496	\$ 362,136	\$ 357,300	\$ 348,458	\$ 348,034	\$ 344,369	\$ 5,509,112	

Tabla 3.4 Evaluación de Beneficios-3er Año

Beneficios Operacionales	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	Year 3
Linea base	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	140.37	
CTQ	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	
Resultados Reales del proceso	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	
Beneficio Cuantificado del proyecto	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	
Beneficio Real del Proyecto	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	
Beneficio del proyecto realizado con ajustes	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	60.37	

Revenue calculation													
KG carbon /batch	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	7500.00	90000.00
Au Grams/ batch	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	7200.00
Au oz super rich solution/ batch	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	231.49
batch/ month	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	275.00
Oz in super rich solution/month	482.26	482.26	482.26	482.26	482.26	482.26	482.26	385.81	385.81	385.81	385.81	385.81	5,304.87
Merril efficiency %	98.15	97.84	97.86	96.70	96.87	97.08	96.97	98.13	98.13	98.13	98.13	98.13	
Refinery efficiency %	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	98.00	
Accelerated Oz/month	463.86	462.42	462.51	457.01	457.82	458.80	458.32	371.01	371.01	371.01	371.01	371.01	5,075.79

Costos Asumidos													
Consumo adicional de cianuro	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	1,600.00	
Costo de cianuro / kg	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	
Costo adicional de cianuro US \$	5,089.77	5,089.77	5,089.77	5,089.77	5,089.77	5,089.77	5,089.77	4,071.81	4,071.81	4,071.81	4,071.81	4,071.81	
Consumo adicional de soda caustica	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	
Costo de soda/kg	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	
Costo adicional de soda US \$	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,370.08	1,096.06	1,096.06	1,096.06	1,096.06	1,096.06	
Total de costo de reactivos para mejorar el proceso	6,459.84	6,459.84	6,459.84	6,459.84	6,459.84	6,459.84	6,459.84	5,167.88	5,167.88	5,167.88	5,167.88	5,167.88	
CAS (costo total de operaciones)	642.64	671.61	678.39	751.84	834.30	880.46	904.20	659.84	625.36	720.29	655.00	615.66	
Total Ingresos por onza acelerada	298,094.29	310,569.32	313,764.57	343,597.47	381,960.28	403,956.90	414,411.21	244,807.08	232,013.07	267,233.31	243,012.59	228,415.91	
% de participacion de los trabajadores	55,662.66	55,490.71	55,501.77	54,840.82	54,938.32	55,056.55	54,997.92	44,521.15	44,521.15	44,521.15	44,521.15	44,521.15	609,094.48
Relaciones comunitarias	26,091.87	26,011.27	26,016.45	25,706.63	25,752.34	25,807.76	25,780.27	20,869.29	20,869.29	20,869.29	20,869.29	20,869.29	285,513.04
Total de % participacion + Relaciones comunitarias	81,754.53	81,501.98	81,518.22	80,547.45	80,690.66	80,864.30	80,778.19	65,390.44	65,390.44	65,390.44	65,390.44	65,390.44	894,607.51

Cosotos por implementacion													
Tablero PLC instalación rack fuentes instrumentos strip													
Equipos de instrumentación (cambio cada 2 años)								9,662.00	9,199.28				18,861.28
Flujómetros													
Mantto de flujometros (cada 6 meses)				500.00						500.00			

Resumen de beneficios														
Beneficio Neto Cuantificado														
Ingresos	\$ 695,783	\$ 693,634	\$ 693,772	\$ 685,510	\$ 686,729	\$ 688,207	\$ 687,474	\$ 556,514	\$ 556,514	\$ 556,514	\$ 556,514	\$ 556,514	\$ 7,613,681	
Gastos Adicionales	\$ 386,309	\$ 398,531	\$ 401,743	\$ 431,105	\$ 469,111	\$ 491,281	\$ 501,649	\$ 325,027	\$ 311,771	\$ 338,292	\$ 313,571	\$ 298,974	\$ 913,469	
Beneficio Neto Cuantificado	\$ 309,475	\$ 295,103	\$ 292,029	\$ 254,405	\$ 217,618	\$ 196,926	\$ 185,825	\$ 231,487	\$ 244,744	\$ 218,223	\$ 242,943	\$ 257,540	\$ 2,946,318	

Tabla 3.5 Ingresos-Egresos

RESUMEN INGRESOS-EGRESOS		
Beneficios Operacional		
Antes del Proyecto	140.37	gr Au/ Tn carbon desorbido
Valor Objetivo (CTQ)	80.00	gr Au/ Tn carbon desorbido
Beneficio operacional	60.37	
Beneficios Financieros		
Ingresos Asumidos		
KG carbon /batch	7500.00	Capacidad de diseño
Au Gramos/ batch	452.78	Gramos
Au oz colucion superrica/ batch	14.56	Oz
batch/ mes	38.00	batch /mes
Oz in solucion super rica/mes	553.18	oz/ mes
Eficiencia Merrill %	98.05	%
Eficiencia Fundicion %	98.00	%
Onzas aceleradas/mes	531.53	Oz/ mes
Cost Assumptions		
Consumo adicional por cianuro	44.00	Kg/month
Costo cianuro/Kg	2.27	US\$/kg
Consumo adicional de soda caustica	80.00	Kg/month
Costo NaOH/kg	0.83	US\$/kg
CAS	513.774	cost/OZ
Participacion de Trabajadores	63,784.17	Costo /mes
Relaciones Comunitarias	29,898.83	Costo /mes
Total Ingresos		
	\$ 9,957,231.87	Annual
Total Costo		
	\$ 4,403,250.89	Annual
Beneficio Neto Operacional		
	\$5,553,980.98	

Tabla 3.6 Valor Actual neto

Valor actual Neto			
Beneficio Neto	\$ 638,606	\$ 562,582	\$ 257,540
Flujo de Caja	\$ 638,606	\$ 562,582	\$(13,638,532)
tasa de Interes mensual	0.80%		
Mes	1	2	36
Valor Actual Netos/mes	633,554	553,716	(10,246,831)
Valor Actual Neto a los 03 años	1,842,648		

CONCLUSIONES

1. El proceso CIC es altamente eficiente si se controlan adecuadamente sus tres etapas principales: adsorción, lavado ácido y desorción.
2. Un parámetro que debe ser medido, es la calidad de la solución que alimenta los distintos trenes de adsorción, y así poder identificar la variación de los elementos y sus influencias en la saturación del carbón.
3. El envenenamiento del carbón se debe por la presencia de sulfatos y Hierro que está presente en la solución y que no es fácilmente removido durante el lavado ácido, aun incrementando la dosificación de ácido.
4. La generación de finos en las distintas etapas del proceso deben ser identificadas de tal manera que se deba trabajar en reducir esta generación, afín de evitar que estas retornen a las pilas de lixiviación.
5. El enjuague de carbón después de lavado ácido debe tener como pH valores de 7 a 7.5. Valores menores a estos son perjudiciales para la siguiente etapa, que es la desorción.

6. Una dosificación eficiente de soda en la etapa de desorción garantiza que el cianuro alimentado no se hidrolice y que la combinación soda cianuro trabaje eficientemente sobre la desorción.
7. Parámetros como temperatura, presión y flujo de desorción son importantes durante la desorción estos garantizan un menor tiempo de desorción, así como una alta eficiencia del proceso.
8. La automatización de los procesos con sistemas inteligentes de control, nos ayudan a tener carbones desorbido con la menor cantidad de elementos como remanente.
9. La optimización del proceso de desorción nos benefició en la menor generación de finos, debido a una menor cantidad de ciclos de desorción, también se consiguió una menor cantidad de carbón nuevo de reposición.
10. Otro de los beneficios obtenidos por la optimización del proceso de desorción es el mejoramiento de la actividad del carbón. El carbón desorbido por contener menor cantidad de oro, plata y cobre retornan al sistema de adsorción con una mayor actividad.
11. La evaluación económica del sistema de regeneración térmica en el capítulo II, nos llevó a la conclusión de parar este equipo debido a los pocos beneficios que se conseguían. Es decir con la cantidad de dinero que se gastaba se conseguía recuperar las propiedades del carbón en 50% y se generaba como mínimo de 20% de carbón fino o cenizas que se retiraban del sistema, por cada lote de 7.5 Toneladas. Los cálculos de dinero gastado equivalían a recuperar 3.0 toneladas de carbón con propiedades de un carbón nuevo frente a 5.0 toneladas de carbón virgen que podía ser ingresado como carbón nuevo.

12. Evaluaciones de procesos similares en las distintas unidades de producción de la corporación nos ayudan a poder identificar el incremento de algunos costos.
13. La filosofía de control de las distintas unidades de producción deben ser revaluadas como mínimo cada 02 años para así poder hacer las mejoras necesarias y optimizar los procesos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **Bailey, P. R. (1987)** Application of activated carbon to gold recovery. In: The Extractive Metallurgy of South Africa. Ed. Stanley, G.G. S. Afr. Inst. of Min. & Metall. Monograph Series M7, p. 379-614.
- [2] **McDougall, G. J. (1988)** The mechanism of adsorption of gold cyanide onto activated carbon. Proc. Randol Int. Gold Conf., Peth, Australia. Randol Int. Ltd., Golden, Co, USA. p. 249-252.
- [3] **Fleming, C. A. & Nicol, M. J. (1984)** The adsorption of gold cyanide onto activated carbon, III: Factors influencing the rate of loading and equilibrium capacity. J.S. Afr. Inst. Min. Metall. 84 (4) p. 85-93.
- [4] **Muir, D. M. (1982)** Recovery of gold from cyanide solutions using activated carbon — a review. In: Proc. CIP technology for the extraction of gold Aus. Inst. Min. Metall. p. 7-22.
- [5] **Tsuchida, N., Ruane, M., & Muir, D. M. (1984)** Studies on the mechanism of gold adsorption on carbon, Proc. Mintek p.50, 198 647-656.
- [6] **Adams, M. D. (1989)** The mechanism of adsorption of aurocyanide onto activated carbon — the latest developments and practical ramifications, Proc. of Randol Gold Conf., Sacramento, USA, p. 166-168.
- [7] **McDougall, G. J., Hancock, R. D., Nicol, M. J., Wellington, D. L., & Copperthwaite, R. G. (1980)** The mechanism of the adsorption of gold cyanide on activated carbon, J.S. Afr. Inst. Min. Metall. p.80, 344-356

- [8] **Dixon, S., Cho, E. J., & Pitt, C. H. (1976)** The interaction between gold cyanide, silver cyanide and high surface area charcoal, Amer. Inst. Chem. Eng. Symp. Nov.
- [9] **Zadra, J.B., Engel, A.L. & Heinen, H.J.,** Process for recovering gold and silver from activated carbon by leaching and electrolysis. USBM RI 4843, 1952
- [10] **Davidson, R. J. (1986)** A pilot plant study on the effects of cyanide concentration on the CIP process, Gold 100, Proc. Int. Conf. on Gold, Vol. 2. Johannesburg. S. Afri. Inst. Min. & Metall. p.209-223.
- [11] **Adams, M. D. & Nicol, M. J. (1986)** The kinetics of the elution of gold from activated carbon, Gold 100, Proc. Int. Conf. on Gold, Vol. 2. Johannesburg. S. Afri. Inst. Min. & Metall. p.111-122.
- [12] **Rollwagen, D., Kresin, P., & Lam, C. (1987)** Gold recovery at Detour Lake mine, Proc. Int. Symp. on Gold Met., Can. Inst. Min. Ed. Salter, R.S., p. 41-58.

ANEXOS

ANEXO 1

RESULTADOS DE PRUEBAS DE LAVADO ACIDO DEL CARBON

MEMORANDUM

A: E. Vínces
DE: J. Gómez
FECHA: Diciembre 25, 2011
ASUNTO: RESULTADOS DE PRUEBAS DE LAVADO ÁCIDO DE CARBÓN DE COLUMNAS

RESUMEN

Se recibió una muestra de carbón cargado de la planta de procesos en el mes de Noviembre del 2011, para realizar pruebas de lavado ácido con HCl o HNO₃ a concentraciones de 2% y 5% en volumen respectivamente, esto a sugerencia del Metalurgista de Planta.

La muestra de carbón fue atacada con la solución ácida por una hora, luego de lo cual se enjuagó varias veces y se dejó remojar con agua de proceso por dos horas. Se consideraron los parámetros de planta.

El carbón cargado presentó una dureza de 22 kg/t. Las remociones de carbonatos con HCl al 2 y 5% fueron de 23 y 26.7% respectivamente. Mientras que con HNO₃ al 2 y 5% fue en ambos casos de 27.7%.

Con la finalidad de determinar las mejoras luego del ataque ácido se realizaron las pruebas de actividad del carbón antes y después de cada ataque ácido.

La actividad del carbón cargado comparando la actividad de un carbón virgen (base 100%) antes del lavado ácido fue de 3.1%, mientras que con HCl a concentraciones de 2 y 5% fue de 3.8 y 4.2% respectivamente y con el HNO₃ a concentraciones de 2 y 5% fue de 4.9 y 5% respectivamente.

Estos resultados indican que el lavado ácido con HNO₃ es algo mejor que usar HCl, pero tampoco muy efectivo y que se debería estudiar que otras variables o parámetros influyen en este proceso. No se recomienda a la vez usar HNO₃ porque es más corrosivo y puede dañar el carbón y solo se usa en otros casos específicos de otro tipo de precipitación, a la vez que es más costoso.

Características del Carbón de procesos

Para las pruebas de Lavado ácido se usó carbón cargado proveniente de la planta de procesos con contenido de oro y plata de aproximadamente de 1.84 y 2.77 kg/t respectivamente. Otros análisis fueron realizados a la vez con el carbón después de las pruebas, tal como se anota en la tabla I.

Se observa la reducción de carbón total en 0.1% y 0.8% para las muestras de Lavado ácido con HCl al 2% y 5% respectivamente y reducciones de 1.7% y 2.0% para las muestras de Lavado ácido con HNO₃ al 2% y 5% respectivamente. Estas reducciones en los porcentajes de carbono total por LECO indican también la eliminación de incrustaciones carbonaceas por el lavado ácido.

Tabla I. Análisis Químicos de Carbón Cargado Antes y Después del Lavado Ácido

Muestra	Au g/kg	Ag g/kg	Cu g/t	Hg g/t	C Total %	C Residual %	S Total %	S Sulfato %
Carbón de Planta	1.843	2.77	3382.4	940.8	86.7	0.02	0.49	0.47
Lavado Ácido HCl 2%	1.771	2.85	2766.5	882.5	86.6	0.02	0.59	0.43
Lavado Ácido HCl 5%	1.789	2.89	2793.6	867.9	85.9	0.02	0.63	0.44
Lavado Ácido HNO ₃ 2%	1.705	2.70	3151.6	876.3	85.0	0.02	0.53	0.44
Lavado Ácido HNO ₃ 5%	1.746	2.93	2720.1	876.4	84.7	0.02	0.56	0.43

*Analizado por Lab. Analítico

Lavado Ácido del Carbón

Las pruebas se realizaron, en batch siguiendo las condiciones usadas en planta. Las pruebas se realizaron con HCl y HNO₃ a concentraciones de 2% y 5% en volumen.

Cada muestra fue atacada con la solución ácida por una hora, luego de lo cual se enjuagó varias veces y se dejó remojar con agua de proceso por dos horas. El agua de proceso usada tuvo una dureza de 256 ppm.

El carbón cargado presentó una dureza de 22 kg/t. Las remociones de carbonatos con HCl al 2 y 5% fueron de 23 y 26.7% respectivamente. Mientras que con HNO₃ al 2 y 5% fue en ambos casos de 27.7%.

Tabla II. Resumen de Resultados

Muestra	⁽¹⁾ Dureza kg /t	Remoción Dureza, %	⁽²⁾ Sulfato kg /t	C Total %	Actividad del Carbón * %
Carbón Cargado_Planta	22.0		10.5	86.7	3.1
Lavado Ácido HCl 2%	16.9	23.0	9.8	86.6	3.8
Lavado Ácido HCl 5%	16.1	26.7	10.0	85.9	4.2
Lavado Ácido HNO ₃ 2%	15.9	27.7	10.3	85.0	4.9
Lavado Ácido HNO ₃ 5%	15.9	27.7	9.2	84.7	5.0

⁽¹⁾Dureza Total = (CaCO₃+MgCO₃), expresado en Kg CaCO₃/T Carbón

⁽²⁾Sulfato =expresado en Kg sulfato/T Carbón

*En base a una actividad de 100% del carbón virgen

Actividad del Carbón

Con la finalidad de determinar las mejoras luego del ataque ácido se realizaron las pruebas de Actividad del carbón antes y después del ataque ácido.

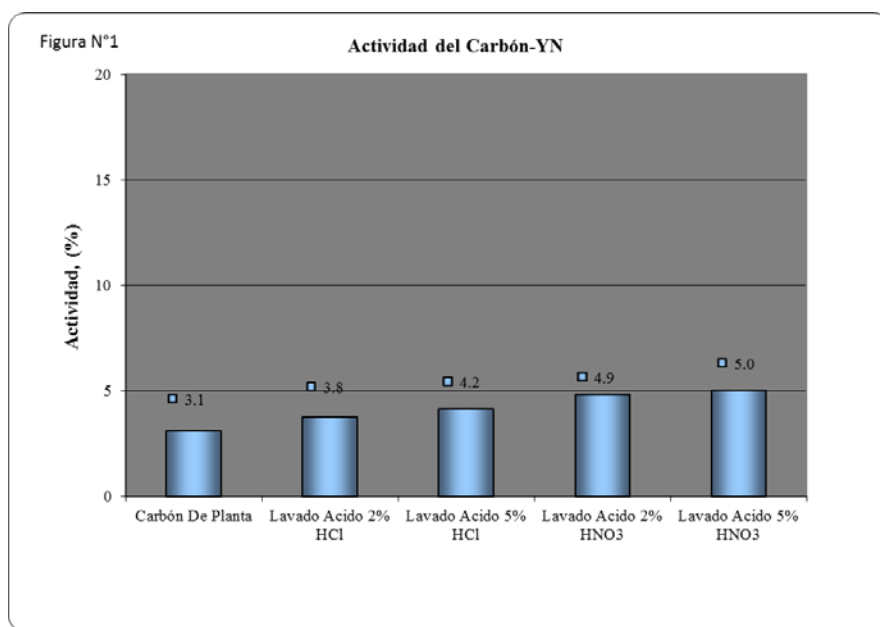
Las pruebas de actividad del carbón, fueron desarrolladas usando 1 litro de solución conteniendo 10 mg/L de oro, esta solución fue puesta en contacto con 2.5 g de carbón; tomando muestra de solución en intervalos de 15 minutos, durante 90 minutos.

La actividad del carbón cargado comparando la actividad de un carbón virgen (base 100%) antes del lavado ácido fue de 3.1%, mientras que con HCl a concentraciones de 2 y 5% fue de 3.8 y 4.2% respectivamente y con el HNO₃ a concentraciones de 2 y 5% fue de 4.9 y 5% respectivamente. Ver Tabla III y Figura 1.

Tabla III. Resultados de Actividad del Carbón Antes y Después del Lavado Ácido

Tiempo, hrs	Carbon virgen	Luego del Lavado Ácido				
	DG-11	Carbón De Planta	Lavado Acido 2% HCl	Lavado Acido 5% HCl	Lavado Acido 2% HNO ₃	Lavado Acido 5% HNO ₃
	Soltn. Au ppm	Soltn. Au ppm	Soltn. Au ppm	Soltn. Au ppm	Soltn. Au ppm	Soltn. Au ppm
0.00	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40
0.25	9.81	12.86	13.01	12.91	12.87	12.80
0.50	7.97	12.86	13.01	12.78	12.87	12.80
0.75	6.76	12.86	13.01	12.78	12.87	12.80
1.00	5.20	12.86	12.64	12.78	12.87	12.80
1.25	3.95	12.83	12.85	12.52	12.38	12.54
1.50	3.25	12.54	12.57	12.50	12.38	12.18
Slope	-0.4030	-0.0126	-0.0152	-0.0167	-0.0196	-0.0203
Activity						
% of new	100.0	3.1	3.8	4.2	4.9	5.0
R squared	0.9954	0.6424	0.7856	0.8060	0.7983	0.7814

* Las pruebas de actividad se realizaron con la fracción -6+8M.



ANEXO 2

ANALISIS DE ACTIVIDAD DE CARBON ACTIVADO

ANALISIS DE ACTIVIDAD DE CARBON ACTIVADO

Agosto 2010

La muestra recolectada durante nuestra visita en Agosto del 2010 a la plantas, se analizó en nuestro laboratorio central en Pittsburgh, PA, USA.

Los valores obtenidos se compararon con las especificaciones, y valores típicos, correspondientes al carbón activado.

Los resultados se muestran en las tablas a continuación:

Parametros	Especif.	Muestra
Densidad Aparente AD g/cc (Aire)	0.53 Typical	0.763
Densidad Aparente AD g/cc (Horno)	0.53 Typical	0.662
Tetracloruro de Carbono CCL4	50 min	42.9
Actividad de Butano g/100g	19.5 min	16.7
Num. De Yodo mg/g	1000 min	801
Dureza	98	--
Ceniza	5% max	-----
Humedad	5% max	
Taman() Medio de Particula MPD		2.08

Tabla 1.- Principales parâmetros de mediciOn

Malla (6 x 12)	Especif.	Muestra
6	8 max	0.1
8		23.6
10		27.9
12	5 max	26.1
16	1 max	21
20		1.2
-20		0.1

Tabla 2.- Distribución de tamaño de malla

La primera tabla muestra los principales parámetros de medición para un carbón activado que se emplea en la recuperación de oro. La segunda tabla es un análisis del tamaño de partícula, con el fin de conocer el grado de desgaste físico.

La interpretación de los resultados es la siguiente:

MUESTRA OBTENIDA.

La muestra que se llevó a nuestro laboratorio para análisis era representativa del "carbon despojado", es decir, se tomó de la etapa correspondiente a después del despojo o "stripping" / cribado, y antes de que el carbono ingrese a la última de las columnas de adsorción. Es en este punto donde se pretende que el carbono retorne al ciclo de adsorción con la mayor cantidad de actividad posible, y que así vuelva a adsorber una cantidad satisfactoria del complejo CN - Au.

ACTIVIDAD

En nuestro laboratorio medimos tres parámetros de actividad, el número de Tetracloruro de Carbono (CCL4), la Actividad de Butano, y el número de yodo; estas tres pruebas de laboratorio son las que comúnmente se realizan al carbono activado virgen, y deben interpretarse como una guía simple de cómo ha descendido la actividad; pero, no debe correlacionarse la caída de estos valores en laboratorio con la pérdida de actividad real del carbono en la planta, ya que la manera en que se adsorben las moléculas de CCL4, de Butano, y de yodo es diferente a cómo se adsorbe el CN — Au, además la cinética* de adsorción de las pruebas de laboratorio siempre va a ser diferente a lo que ocurre en las columnas de adsorción de la planta.

* La cinética de adsorción se refiere al fenómeno de filtración de la solución hacia el interior de la partícula de carbono activado.

Resultado (extraídos de la tabla 1):

Parámetros	Especif.	Muestra
Tetracloruro de Carbono CCL4	50 min	42.9
Actividad de Butano g/100g	19.5 min	16.7
Número de Yodo mg/g	1000 min	801

Aun cuando los valores no pueden ser correlacionados con lo que sucede en la planta, los resultados muestran una pérdida sensible en la actividad, ya que los valores del carbono despojado, y listo para regresar a las columnas de adsorción, deberían ser los mismos o ligeramente inferiores a los valores originales.

DENSIDAD APARENTE

El medir la densidad aparente del carbono activado nos permite establecer el volumen de poro disponible, y por ende, la "capacidad de carga" que tiene un carbono activado.

En la adsorción de CN — Au este es un parámetro crucial ya que este complejo requiere de un relativo alto volumen de poro en el carbon activado.

Resultados (extraídos de la tabla 1):

Parametros	Especif.	Muestra
Densidad Aparente AD g/cc (Aire)	0.53 Typical	0.763
Densidad Aparente AD g/cc (Horno)	0.53 Typical	0.662

Se realizan dos mediciones de la densidad aparente de la muestra: a la temperatura ambiente (aire), al momento en que la muestra se recibe en el laboratorio, y otra medición después de colocarla en una mufla de laboratorio (horno), y hasta obtener un valor constante.

El primer valor obtenido de densidad aparente (aire) muestra un aumento considerable, de 0.53 g/cc a 0.763 g/cc, correspondiente a una disminución de igual magnitud del volumen de poro disponible; esto se debe de interpretar en que el carbon activado se esta cargando de compuestos diferentes al CN — Au, y estos no se estan liberando en ningun momento durante el "stripping" 6 durante alguna otra operacion posterior.

Esta es la indicación mas significativa de la perdida de la capacidad de carga que esta teniendo el carbon activado durante el ciclo de adsorción, y de como no se recupera durante el despojo.

Los compuestos que normalmente causan el aumento de la densidad aparente son: la acumulacion de carbonatos (o otros minerales), y/o los depósitos de compuestos organicos.

Los depósitos de carbonatos o minerales en el carbon activado deben de removerse con un lavado acid°, mientras que la Unica manera de eliminar los depósitos organicos es con una regeneración termica a Temp. mayores a los 700°C

Por eso es que se hace la medición de la densidad aparente después de colocar la muestra en una mufla de laboratorio, la densidad aparente disminuye entonces (pero aun sin llegar al valor original) debido a que gran parte de los posibles organicos se desprenden (volatilizan), esto comprueba su existencia.

DISTRIBUCION DEL TAMAN() DE PARTICULA

La medición de la distribución de particula (tabla 2) indica un desgaste en el carbon activado, que ya anticipabamos, este corresponde a el grado de generacion de finos que ya se conocia, y que es alto, por las características de transportación del carbon durante el circuito de adsorción.

CONCLUSIONES

El análisis de la muestra de carbon activado despojado, de la planta comprueban que hay una disminuciOn importante en la actividad y capacidad de carga.

Los valores de densidad aparente, de la muestra al moment() en que la recibimos (aire) y despuós de colocarla en una mufla de laboratorio, hasta obtener un valor constante en (horno), comprueban tambien, que esta disminuciOn de carga se debe a una depositaciOn de compuestos minerales y, sobre todo, de compuestos orgânicos, en el carbon activado.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados, seria conveniente considerar un lavado acido despues de la operaciOn de despojo, y la instalaciOn de una regeneraci6n termica (Horno de regeneraci6n) del carbon activado.

Antonio Velarde
Calgon Carbon Corporation
412-551-9762
avelarde@calgoncarbon-us.com

ANEXO 3

TABLAS DE PROCESOS DE ELUCIÓN

Tabla de Comparacion de condiciones de operación típicas para los distintos metodos de elucion

Elucion Tipo	Procedimiento	regimen del reactivo		Temperatura (°C)	Presion (Kpa)	Tiempo (hr)	Max Conc. Au (mg/l)	Aplicación
		Remojo	Elucion					
Atmosferica	Zadra	Ninguno	10 g/l NaOH 1 a 2g/l NaCN	90 a 100	100	30 a 48	150	Aplicación limitada en USA y Australia
	Zadra	Ninguno	10 g/l NaOH 2g/l NaCN	135 a 140	400 a 500	8 a 14	1000	Ampliamamnete usado en USA y Australia, algo menos el SudAfrica
Presurizado	AARL	20 a 50 g/l NaCN 10 a 20 g/l NaOH	H2O	110 a 120	170 a 200	8 a 14	1500	Ampliamante usado en Sudafrica. Es el metodo generalmente preferido para la elucion.
	Zadra/Duval	Ninguno	10 a 20% etanol 10 g/l NaOH 2 g/l NaCN	80	100	6 a 12	1500	De aplicación limitada
Asisitido por solventes	Anglo	20 a 50 g/l NaCN 10 a 20 g/l NaOH	90% acetona o etanol en agua	70 a 90	100	6 a 8	1000 a 2000	De aplicación limitada
	Murdoch	80% acetonitrilo en agua	20 a 40% acetonitrilo 10g/l NaCN 2 g/l NaOH	25 a 70	100	8 a 14	1500 a 6000	De aplicación limitada
	Investigaciones Micron	20 a 50 g/l NaOH 50 a 100 g/l NaCN	60 a 80% metanol en agua	60 a 80	100	8 a 80	3000 a 10000	Aplicación limitada en Sudafrica y Australia

Tomado de : THE CHEMISTRY OF GOLD EXTRACTION, Cap 7

Tabla de Comparación de Procesos Anglo y Zadra presurizado

criterio	Anglo	Zadra
Requerimiento de agua	14 - 24 m ³ /t	7 - 19 m ³ /t
Tiempo de Elución a 99°C	6 h	24 a 36 h
a 130°C	4-5h (8h tiempo total por ciclo)	8 a 12 h
Optimo flujo recirculación	2 a 3 BV/h	2 a 4 BV/h limitado por la temperatura de operación de las celdas de EW
Oro residual en el carbón	50 - 150g/t, dependiendo de la temperatura y el carbón	Depende de la temperatura de elución y la eficiencia de EW
Carbón con contenido de otros metales y sales	Oro residual elevado	sistema preferido
Elevada cantidad de plata	adecuado	Limitado por EW
Condición de carbón para eluído	lavado en caliente de agua potable previene la acumulación de sales	Lavado después de la elución es requerido para remover sales

Tomado de: Gold Processing Technology Course 16-18Nov11- Newmont Perú

ANEXO 4

HOJA DE DATOS DE PRODUCTOS QUIMICOS
PELIGROSOS EMPLEADOS EN PLANTA DE CARBON
EN COLUMNAS

generar hidrógeno que es inflamable y explosivo . Usar agua , espuma, neblina de agua y medios de extinción secos.

Procedimiento especial:

Equipo de protección: equipo de respiración autónomo

SECCIÓN 6 : MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES O FUGAS

Medidas Emergencia: aislar y ventilar el área. no tocar el material derramado. diluir con gran cantidad de agua y ácido inorgánico, lavar con abundante agua y remover trazas con bicarbonato

Equipos de protección: lentes, guantes, ropa de protección y mascarilla

Precaución especial: evitar la entrada en cursos de agua naturales o drenajes

Métodos de limpieza: Se debe remover el material rapidamente con una pala y posteriormente lavar con agua fresca.

Método de Eliminación:

SECCIÓN 7 : MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Precauciones: ventilar las áreas de trabajo y mantenerlas libres de combustibles (papeles, maderas) al diluir, agregar el producto al agua y agitar para evitar salpicaduras y generación excesiva de calor. Esta sustancia absorbe humedad de la atmosfera cuando no esta envasado hermeticamente, esto pude afectar la cristalización de la sustancia.

Embalaje recomendado: Grupo de embalaje II. Usa bolsas de polietileno hermeticas y la solución en tambores de Hierro (Fe) con tapa.

Almacenamiento: Se debe almacenar en lugares frescos, secos y cerrados, debidamente marcados. Se debe contar con una fuente de agua cercana de donde sea almacenado para poder efectuar lavados rápidos.

SECCIÓN 8 : CONTROL DE EXPOSICIÓN - PROTECCIÓN PERSONAL

Limites de exposición: 2 mg/m3 (PEL y TLV)

Protec. Respiratoria: para polvos corrosivos

Guantes de Protección: acrílo nitrilo o caucho

Protec. para los ojos: gafas químicas y cubre faz

Otros Equipos: usar cerca de ducha ocular y ducha completa de seguridad. para polvos corrosivo

Ventilación: ventilar las áreas de trabajo

SECCIÓN 9 : PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Temp. Fusión:	318 a 320 °C	Estado Físico:	SÓLIDO
Temp. Ebullición:	1378°C (a 1 atmosfera)	Apariencia (Color):	INCOLORO, INODORO
Temp. Auto Ignición:	N.A.	Concentración:	ND
Punto Inflamación:		Peso Especifico:	2,13 g/cm3
Densidad Vapor:	N.A.	PH:	13 a 14 en una solución al 0,5%
Presión Vapor:	1.5 MMHG a 20°C	Solubilidad agua:	COMPLETA

SECCIÓN 10 : ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD DEL PRODUCTO

Estabilidad: Estable bajo condiciones normales de transporte y almacenamiento.

Condiciones a evitar: Evitar la union con acidos.

Incompatibilidades: ácidos, ciertos compuestos orgánicos. Reacciona con aluminio, estaño, zinc. La reacción puede ser muy violenta si reacciona con una alta concentración de acido.

Prod. Peligrosos por Combustión: n.a.

Prod. Peligrosos por Oxidos de sodio.

descomposición:
Polimeración Peligrosa: no ocurre

SECCIÓN 11 : INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda: Es un fuerte veneno que provoca quemaduras en tejidos y la máxima permitida es 1,6 mg/m³ (Decreto N°745 del Minsal)
Toxicidad Crónica:
Almacenamiento:

SECCIÓN 12 : INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Inestabilidad:
Persistencia degradabilidad: se degrada completamente
Efectos Ambientales: Es dañino para organismos vivos en soluciones concentradas

SECCIÓN 13 : CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN FINAL

Tratamiento de residuos: planta de tratamientos
Eliminación de envases: Incineración

SECCIÓN 14 : INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTES

NCH2190 Marca aplicable: corrosivo (clase 8)
NU 1823

SECCIÓN 15 : NORMAS VIGENTES

Normas Intl.
Normas Nacionales NCH: D N°745 (594)
Marca Etiqueta: CORROSIVO CLASE 8

SECCIÓN 16 : OTRAS INFORMACIONES

Los datos consignados en esta hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. entregan sin garantía expresa o implícita respecto a su exactitud o corrección. La información la conocida actualmente sobre la materia. Considerando que el uso de esta información fuera del control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este caso. condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario

1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL Y DEL PROVEEDOR

Nombre del producto: **CIANURO DE SODIO**

Uso recomendado: Extracción de oro y plata de la mena; electrodeposición; tratamiento térmico de metales; intermedio químico.

Proveedor: Orica Australia Pty Ltd
ABN: 99 004 117 828
Dirección: 1 Nicholson Street,
Melbourne 3000
Australia
Teléfono: +61 3 9665 7111
Fax: +61 3 9665 7937
Teléfono de emergencia: **AUSTRALIA: 1 800 033 111 (A TODA HORA)**
AUSTRALIA INTERNACIONAL: +61 3 9663 2130 (A TODA HORA)

2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Este material es peligroso según el criterio de ASCC; SUSTANCIA PELIGROSA.

Clasificado como mercadería peligrosa según los criterios del Código Australiano de Mercaderías Peligrosas (Código ADG) para el transporte por tierra y vía férrea; MERCADERÍA PELIGROSA.

Frases relacionadas con el riesgo: Muy tóxico al inhalarse, en contacto con la piel o al tragarse. En contacto con ácidos libera gas muy tóxico.

Frases de seguridad: Mantenga el envase bien cerrado. No respire el polvo. No vacíe en las cañerías. En caso de accidente o si se siente mal, consulte inmediatamente a su médico (muéstrela la etiqueta siempre que le sea posible).

Ficha de venenos: S7 Veneno peligroso.

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

Componentes	Número CAS	Proporción	Frases relacionadas con el riesgo:
Cianuro de sodio	143-33-9	>=98%	R26/27/28, R32

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Por asesoramiento, contacte un centro de información toxicológica (teléfono Australia 131 126; Nueva Zelanda 0 800 764766) o un médico de inmediato. Es probable que se necesite un tratamiento hospitalario urgente.

Inhalación:

Tome precauciones para asegurarse de que el rescatista no se vea superado. Retire a la víctima del área de exposición; evite convertirse en un herido. Retire la ropa contaminada y afloje la restante. Permítale al paciente asumir la posición más cómoda y manténgalo abrigado. Debe permanecer en reposo hasta su total recuperación. Si el paciente encuentra dificultad para respirar y desarrolla una decoloración azulada en la piel (lo que sugiere falta de oxígeno en la sangre, cianosis), asegúrese de que las vías respiratorias estén libres de obstrucciones y haga que una persona calificada le dé oxígeno a través de una mascarilla. Si el paciente no respira, hágale respiración artificial. Busque inmediatamente ayuda médica.

Hoja de datos de seguridad de materiales



Contacto con la piel:

Si entra en contacto con la piel, retire la ropa contaminada y lave la piel con agua corriente. Si hay irritación, consulte con un médico.

Contacto con los ojos:

Si entra en contacto con los ojos, lávelos inmediatamente con agua. En todos los casos de contaminación ocular, es una precaución sensata consultar con un médico.

Ingestión:

Enjuague inmediatamente la boca con agua. En caso de haberlo tragado, retirar del área contaminada. Si no respira, hágale respiración artificial. No haga resucitación directa boca a boca. Para proteger al rescatista, use una mascarilla de una vía, air-viva u oxy-viva. Haga la resucitación en un área bien ventilada. Nunca le dé nada por boca a un paciente inconsciente. Vaya rápidamente a un doctor o al hospital.

Atención médica y tratamiento especial:

Puede ser fatal si se inhala, se traga o se absorbe a través de la piel. En lugares en los que hay riesgo de envenenamiento con cianuro, los artículos que facilitan el pronto y efectivo tratamiento (según lo determinado por el protocolo de tratamiento que se emplea) deberían estar en un lugar accesible y conveniente.

Hay tres protocolos muy conocidos de tratamiento efectivo para el envenenamiento por cianuro.

PROTOCOLO 1

Artículos esenciales

Un resucitador y una fuente de oxígeno y una caja claramente identificada como ANTÍDOTO DE CIANURO que contiene:

- Una cánula de vía aérea aprobada, torniquete elastizado, jeringa descartable de 5 ml y agujas para muestras de sangre, tubos de muestra de sangre fluoruro heparinizados, hisopos para preparar la piel, vendas y cinta adhesiva.
- 2 kits para cianuro con hidroxocobalamina 2,5 g x 2 amps, cloruro de sodio x 2 amps y la información obligatoria que indica los efectos colaterales y las precauciones.
- Equipo para inyecciones intravenosas
- Una copia de la Hoja de datos de seguridad de materiales apropiada, y
- Una copia escrita del protocolo de tratamiento

El antídoto para envenenamiento por cianuro es la administración intravenosa de hidroxocobalamina. Para minimizar el riesgo de reacciones adversas, esto debería administrarse cuando no hay dudas de la absorción de cianuro. El envenenamiento por cianuro ocurre rápidamente después de la exposición. Si el paciente está consciente después del tiempo usual que lleva llegar al hospital, entonces es probable que la exposición al cianuro por inhalación, ingestión o contaminación cutánea no haya dado como resultado la absorción de una gran cantidad de cianuro. En estas circunstancias, el paciente debe ser observado cuidadosamente, con especial atención al estado de conciencia. Si luego de la evaluación clínica, se considera que el paciente requiere el antídoto, esto es, se sabe que estuvo expuesto al cianuro y está inconsciente o a punto de perder el conocimiento, reconstituya la hidroxocobalamina diluyendo un vial (2,5 g) del liofilizado con 100 ml de solución salina al 0,9% (suministrada) y agite firmemente. Repita con el vial restante. Administre cinco gramos de la solución reconstituida a través de un goteo intravenoso rápido (25-30 min.). Se pueden dar otras dos dosis (5 g) si es necesario a un índice de infusión más bajo –30 min, 2 horas– (o alternativamente, se puede suministrar por inyección intravenosa lenta tiosulfato de sodio 12,5 g (50 ml)). No se debe administrar hidroxocobalamina si se sabe que la persona tiene hipersensibilidad a la vitamina B12.

PROTOCOLO 2

Artículos esenciales

- Un resucitador y una fuente de oxígeno
- Una caja claramente identificada como ANTÍDOTO DE CIANURO que contiene una cánula de vía aérea aprobada, torniquete elastizado, jeringas descartables esterilizadas de 20 ml y agujas, tubos de muestra de sangre fluoruro heparinizados, hisopos para preparar la piel, vendas y cinta adhesiva.
- Equipo para inyecciones intravenosas
- Ampollas de kelocyanor (edetato dicobáltico), incluyendo la información obligatoria que indica los efectos colaterales y las precauciones y una copia de la guía de Worksafe Australia Guide, Cyanide Poisoning, (que contiene el protocolo de tratamiento).
- Una copia de la Hoja de datos de seguridad de materiales apropiada.

El antídoto para envenenamiento por cianuro es la administración intravenosa de edetato dicobáltico. Debido a reacciones adversas que pueden ocurrir en ausencia de envenenamiento, esto debe ser administrado cuando no hay dudas sobre la absorción de cianuro. El envenenamiento por cianuro ocurre rápidamente después de la exposición. Si el paciente está consciente después del tiempo usual que lleva llegar al hospital, entonces es probable que la exposición al cianuro por inhalación, ingestión o contaminación cutánea no haya dado como resultado la absorción de una gran cantidad de cianuro. En estas circunstancias, el paciente debe ser observado cuidadosamente, con especial atención al estado de conciencia. La administración en exceso del antídoto está contraindicada y puede provocar serias reacciones adversas de naturaleza anafiláctica (alérgica). Las reacciones adversas registradas incluyen gran edema de la cara y el cuello, urticaria, palpitaciones, hipotensión, convulsiones, vómitos, dolores en el pecho, dificultad respiratoria y colapso. Si luego de la evaluación clínica, se considera que el paciente requiere el antídoto, esto es, se sabe que estuvo expuesto al cianuro y está inconsciente o a punto de perder el conocimiento, administre una ampolla con 300 mg de edetato

dicobáltico en 20 ml de solución glucosa (kelocyanor) en forma intravenosa por inyección lenta. El efecto inicial es caída en la presión sanguínea, aumento del pulso y, a veces, arcadas. Inmediatamente después de esta fase, que dura cerca de un minuto, el paciente debería recobrase. La inyección debe descontinuarse si se observan efectos alérgicos adversos. Se puede administrar una segunda dosis si la respuesta es inadecuada y hay ausencia de efectos alérgicos adversos.

PROTOCOLO 3

Para operaciones en Latino América:

A.- KIT ANTIDOTO CONTRA ENVENENAMIENTO CON CIANURO:

PARA USO SÓLO BAJO SUPERVISIÓN MÉDICA

PERSONAL MÉDICO: REVISAR DATOS ADJUNTOS EN LA PARTE INTERIOR

ESTE PAQUETE CONTIENE

2	- Ampolletas inyectables de Nitrito de Sodio, 300 mg en 10 ml de solución
2	- Frascos de solución inyectable de Tiosulfato de Sodio, 12.5 g en 50 ml de solución
12	- Ampolletas inhalables de Nitrito de Amilo, 0.3 ml a ser inhalados en 5 minutos
1	- Jeringa plástica estéril desechable de 10 ml con aguja
1	- Sonda nasogástrica para lavado estomacal
1	- Jeringa plástica estéril desechable de 60 ml
1	- Aguja estéril desechable
1	- Jeringa plástica no estéril desechable de 60 ml (para lavado estomacal)
1	- Torniquete
1	- Instrucciones para el Tratamiento por Envenenamiento con Cianuro

ALMACENE A UNA TEMPERATURA ENTRE LOS 15°C Y 25°C

EXPIRAN :

- Nitrito de Amilo
- Nitrito de Sodio
- Tiosulfato de Sodio

B.- INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO DE ENVENENAMIENTO CON CIANURO

Sin el tratamiento apropiado, el envenenamiento con cianuro puede ser rápidamente fatal. La exposición al cianuro, seguida por colapso, dificultad en respirar o palidez azulada de la piel indican la inmediata necesidad de tratamiento.

TERAPIA INICIAL (en el lugar del accidente o incidente)

1. Traslade al paciente a un área no contaminada
2. Llame inmediatamente a un médico o personal paramédico
3. Si el paciente ha dejado de respirar, administre respiración artificial hasta que se recupere la respiración normal. Administre respiración artificial nuevamente, de ser necesario. La reanimación de la respiración debe realizarse con un respirador o una bolsa manual con suministro de oxígeno puro (O₂). Si ninguno de ambos equipos se encuentra disponible de manera inmediata, entonces debe utilizarse el método de resucitación ambú o máscara/válvula unidireccional

NOTA: *Es imperante mantener una adecuada ventilación*

4. Mientras se administra la respiración artificial, una segunda persona que asista a quien aplique los primeros auxilios debe romper una ampolla de NITRITO DE AMILO INHALABLE, sosteniéndola dentro de un pañuelo y presionándola por el centro. Una vez que se ha liberado el NITRITO DE AMILO en el pañuelo, póngalo frente a la boca del paciente durante 15 segundos y retírelo por otros 15. Repita de ser necesario.
5. Lave todo el cianuro que pueda estar impregnado en la piel del paciente. Retírele toda la ropa que se encuentre contaminada con Cianuro.
6. Mantenga al paciente abrigado.

TERAPIA ESPECÍFICA (a ser usada bajo criterio y supervisión de un médico, enfermera o paramédico)

1. Inicie la administración de oxígeno puro (O₂) inmediatamente mientras se preparan los medicamentos a ser colocados por inyección intravenosa.
2. Simultáneamente con el oxígeno, administre el NITRITO DE AMILO INHALABLE por 15 a 30 segundos cada 2 o 3 minutos.
3. Deje de aplicar el NITRITO DE AMILO, e inyecte en el caso de adultos con 300 mg (10 mL de solución al 3%) de NITRITO DE SODIO de manera intravenosa a una velocidad de 2.5 a 5 mL por minuto. La dosis recomendada en el caso de niños es de 6 a 8 mL/metro cuadrado (aprox. 0.2 mL/Kg. de peso corporal) pero sin exceder los 10mL.
4. Inmediatamente después, inyecte en el caso de adultos con 12.5 gr. (50 mL de solución al 25%) de TIOSULFATO DE SODIO. La dosis para niños es de 7 gr. por metro cuadrado de superficie corporal, pero la dosis no debe exceder los 12.5 gr. La misma aguja y vena pueden ser usadas para #3 y #4.
5. Si el envenenamiento se ha producido por INGESTIÓN, se debe efectuar un LAVADO GÁSTRICO lo antes posible, pero sin dejar de llevar a cabo lo anteriormente indicado. El lavado deberá efectuarse con la asistencia de una tercera persona – un médico o una enfermera si estuvieran disponibles. Se deberá tomar acción inmediata sin tener que esperar por un examen de diagnóstico positivo.

El paciente debe permanecer bajo observación por 24 a 48 horas, como mínimo. Si reaparecen signos de envenenamiento, se deberán repetir las inyecciones de NITRITO DE SODIO y TIOSULFATO DE SODIO, pero solamente la mitad de la dosis original. Incluso si el paciente se viera en perfecto estado, la medicación deberá ser suministrada con fines profilácticos a las 2 horas de la primera inyección.

CUIDADO

Tanto el NITRITO DE SODIO como el Nitrito DE AMILO en dosis excesivas pueden inducir a una metahemoglobinemia y causar la muerte. Las cantidades que se encuentran en un KIT DE ANTÍDOTO CONTRA ENVENENAMIENTO CON CIANURO no son excesivas para un adulto. Las dosis para niños deben calcularse por superficie de área corporal o en base al peso, ajustando la dosis para que no se produzca una excesiva formación de metahemoglobina.

Si se presentan signos de una excesiva metahemoglobinemia (por ejemplo, con coloración azul de la piel y las mucosas, vómito, shock y coma), se deberá inyectar de manera intravenosa una solución de AZUL DE METILENO al 1%. Una dosis total de 1 a 2 mg/Kg. del cuerpo debe ser administrada por un período de 5 a 10 minutos, y deberá ser repetida, si es necesario.

Adicionalmente, se debe continuar con el suministro de OXÍGENO y se debe considerar una transfusión completa de sangre fresca.

5. MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

Peligros de productos de combustión:

Material no combustible.

Precauciones para quienes combaten incendios y equipamiento protector especial:

Se descompone con el calor emitiendo gases tóxicos, incluyendo cianuro de hidrógeno y amoníaco. Si es seguro hacerlo, retire los contenedores del paso del fuego. Los bomberos deben usar aparatos de respiración autocontenidos y ropa protectora adecuada si hay riesgo de exposición a productos de descomposición.

Medios extinguidores apropiados:

No combustible, sin embargo, si el material está involucrado en un fuego, use: Niebla de agua (o, de no estar disponible, un rocío fino de agua), espuma, polvo químico seco.

Medios extinguidores no apropiados:

Dióxido de carbono.

Código Hazchem: 2X

6. MEDIDAS ANTE UNA LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Procedimientos de emergencia:

Saque del área a todo el personal sin protección. Si se ha producido la contaminación de desagüeros o canales, avise los servicios de emergencia locales.

Métodos y materiales para contención y limpieza:

Evite respirar el polvo. Haga entrar el viento o aumente la ventilación. Use equipo de protección para prevenir el contacto con la piel y los ojos y evitar respirar los vapores o el polvo. NO permita que el material se moje. Contenga/prevenga el vertido hacia los drenajes y cursos de agua. Puede eliminarse la toxicidad del área de derrame y los suelos contaminados con un exceso de hipoclorito de sodio o peróxido de hidrógeno al 50%, luego de la adición de cal para llevar el pH a más de 10,5. Deje pasar una hora para una total descomposición antes de lavar el área de derrame con grandes cantidades de agua para asegurar una máxima disolución. Recoja y selle en contenedores o tambores apropiadamente etiquetados para su eliminación.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Este material es un veneno registrado S7 y debe ser almacenado, mantenido y usado de acuerdo a las regulaciones relevantes.

Condiciones para un almacenamiento seguro:

Conserve en un lugar fresco, seco y bien ventilado y lejos del sol directo. Mantenga seco: reacciona con el agua. Proteja de la humedad. Almacene lejos de productos alimenticios. Conserve lejos de los materiales incompatibles descritos en la sección 10. Mantenga los contenedores cerrados cuando no se use; controle regularmente que no haya pérdidas.

Precauciones para una manipulación segura:

Evite el contacto con piel y ojos y no respire el polvo. Evite una manipulación que provoque la formación de polvo. Mantenga lejos del alcance de los niños.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN DEL PERSONAL

Límites de exposición ocupacional: No hay valor asignado para este material específico por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional. Sin embargo, estándar(es) de exposición para componente(s):

Cianuros (CN): 8 hs PPT = 5 mg/m³, Sk

Producto(s) de descomposición:

Cianuro de hidrógeno: Límite pico = 11 mg/m³ (10 ppm), Sk

De acuerdo a lo publicado por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional.

PPT: el promedio ponderado por tiempo de concentración en el aire sobre una jornada laboral de ocho horas, por una semana de trabajo de cinco días durante toda una vida laboral.

*Sk Nota: la absorción por piel puede ser una fuente significativa de exposición. La exposición estándar queda invalidada si tal contacto ocurre.

Limitación pico: una concentración máxima que no debe ser excedida sobre un período de medición que debe ser lo más corto posible, pero sin superar los 15 minutos.

Estos estándares de exposición son guías para ser usadas en el control de los peligros de la salud ocupacional. Toda contaminación atmosférica debería mantenerse en el mínimo nivel posible para trabajar. Estos estándares de exposición no deben ser usados como líneas de división precisas entre concentraciones seguras y peligrosas de químicos. No son una medida de la toxicidad relativa.

Controles de ingeniería:

Asegúrese de que la ventilación es adecuada y que la concentración de los componentes en el aire está controlada bajo los citados estándares de exposición. Evite generar y respirar polvo. Si hay riesgo de inhalación: Úsese con una exhaustiva ventilación local o utilizando una máscara con suministro de aire. Mantenga los contenedores cerrados cuando no se utilice.

Equipo de protección personal:

La selección del EPP depende de una detallada evaluación del riesgo. La evaluación del riesgo debe considerar la situación de trabajo, la forma física del químico, los métodos de manipulación y los factores ambientales.

Gula de protección personal de Orica No. 1, 1998: J –OVEROLES, BOTAS DE GOMA, MASCARILLA DE AIRE, GUANTES (largos), DELANTAL.

* No se requiere si se usa una mascarilla con suministro de aire.



Use overoles, máscaras que cubran toda la cara. guantes impermeables hasta el codo. delantal para las salpicaduras y botas de goma. Use con una ventilación adecuada. Si hay riesgo de inhalación. use una mascarilla con suministro de aire que cumpla con los requisitos de la AS/NZS 1715 y la AS/NZS 1716. Siempre lávese las manos antes de fumar, comer, beber o usar el sanitario. Lave la ropa contaminada y todo el equipo de protección antes de guardarlo o volver a usarlo.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico:	Sólido
Color:	Blanco
Olor:	Ligero a almendras amargas
Fórmula molecular:	NaCN
Solubilidad:	Soluble en agua.
Gravedad específica:	1,6-1,62 @20°C
Densidad de vapor relativa (aire=1):	No disponible
Presión de vapor (20 °C):	No disponible
Punto de inflamación (°C):	No aplicable
Límites de inflamabilidad (%):	No aplicable
Temperatura de autoignición (°C):	No aplicable
Punto/rango de ebullición (°C):	ca. 560
pH:	No disponible

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química:	Estable bajo ambiente normal y condiciones anticipadas de temperatura y presión para el almacenamiento y la manipulación.
Condiciones que deben evitarse:	Evite la exposición a la humedad.
Materiales incompatibles:	Incompatible con ácidos, agentes oxidantes, metales, humedad y halógenos.
Productos peligrosos de descomposición:	Cianuro de hidrógeno. Amoníaco.
Reacciones peligrosas:	Reacciona con agua liberando gas tóxico de cianuro de hidrógeno. No tendrá lugar una polimerización peligrosa.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

No se esperan efectos adversos para la salud si se manipula de acuerdo con esta Hoja de datos de seguridad y la etiqueta del producto. Los síntomas o los efectos que pueden presentarse si el producto es manipulado de forma incorrecta o si hay sobreexposición son:

- Ingestión:** Tragar el producto puede provocar náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, convulsiones y pérdida del conocimiento. Puede ocurrir un colapso y una posible muerte.
- Contacto con los ojos:** Puede ser un irritante ocular. La exposición al polvo puede causar malestar debido a su naturaleza particulada. Puede causar irritación física de los ojos.
- Contacto con la piel:** El contacto con la piel puede causar irritación. Puede ser absorbido a través de la piel. Los efectos pueden incluir aquellos descritos para la INGESTIÓN.
- Inhalación:** Respirar altas concentraciones puede provocar los mismos síntomas descritos para la INGESTIÓN. Las altas concentraciones inhaladas pueden provocar sensación de sofocamiento y causar dificultad para respirar, dolor de cabeza, mareos y pérdida del conocimiento. Puede causar sofocación.

Efectos a largo plazo:

Un contacto repetido o prolongado con la piel puede llevar a una dermatitis irritante por contacto –sarpullido por cianuro–, caracterizada por picazón y erupciones cutáneas. (1)

Datos toxicológicos:

LD50 oral (rata): 6440 ug/kg. (2)

LD50 dérmica (conejo): 10400 ug/kg. (2)

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Ecotoxicidad Evite contaminar los cursos de agua.

13. CONSIDERACIONES PARA SU ELIMINACIÓN

Métodos de eliminación:

Consulte a la autoridad de manejo de residuos. Elimine el material a través de un contratista licenciado. Los contenedores vacíos deben descontaminarse y destruirse.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Transporte por tierra y vía férrea

Clasificado como mercadería peligrosa según los criterios del Código Australiano de Mercaderías Peligrosas (Código ADG) para el transporte por tierra y vía férrea; MERCADERÍA PELIGROSA.



UN Nro.: 1689
Clase primaria 6.1 Tóxico
Grupo de empaque: I
Nombre de embarque apropiado: CIANURO DE SODIO, SÓLIDO
Código Hazchem: 2X

Transporte marino

Clasificado como mercadería peligrosa según el criterio del Código Marítimo Internacional de Mercaderías Peligrosas (Código IMDG) para el transporte por mar; MERCADERÍA PELIGROSA.

Este material está clasificado como un poluyente marino (P) de acuerdo al Código Marítimo Internacional de Mercaderías Peligrosas.

UN Nro.: 1689
Clase primaria: 6.1 Tóxico
Grupo de empaque: I
Nombre de embarque apropiado: CIANURO DE SODIO, SÓLIDO

Transporte aéreo

Clasificado como mercadería peligrosa según el criterio de las regulaciones para transporte aéreo de mercadería peligrosa de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA); MERCADERÍA PELIGROSA

UN Nro.: 1689
Clase primaria: 6.1 Tóxico
Grupo de empaque: I
Nombre de embarque apropiado: CIANURO DE SODIO, SÓLIDO

15. INFORMACIÓN REGULATORIA

Clasificación: Este material es peligroso según el criterio de ASCC; SUSTANCIA PELIGROSA.

Categoría de peligrosidad: T+: Muy tóxico

Frase(s) relacionada(s) con el riesgo: R26/27/28: Muy tóxico al inhalarse, en contacto con la piel o al tragarse.
R32: En contacto con ácidos libera gas muy tóxico.

Frase(s) relacionada(s) con la seguridad: S7: Mantenga el envase bien cerrado.
S22: No respire el polvo.
S29: No vacíe en las cañerías.
S45: En caso de accidente o si se siente mal, consulte con el médico (muestrele la etiqueta siempre que inmediatamente le sea posible).

Ficha de venenos: S7 Veneno peligroso.

Este material está listado en el Inventario Australiano de Sustancias Químicas (AICS).

16. OTRA INFORMACIÓN

(1) Worksafe Australia Cyanide Poisoning; Comisión Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional; Servicio de Publicaciones del gobierno australiano, 1989
(2) 'Registry of Toxic Effects of Chemical Substances'. Ed. D. Sweet, Departamento de Salud y Servicios Humanos de EEUU: Cincinnati, 2005.

Esta hoja de datos de seguridad de materiales fue preparada por SH&E Shared Services, Orica.

Razón(es) para la emisión:
Cambio en la información de transporte.



Esta HDSM resume, a nuestro conocimiento a la fecha de emisión, los peligros químicos para la salud y la seguridad del material y una guía general sobre cómo manipular de forma segura el material en el lugar de trabajo. Dado que Orica Limited no puede anticipar ni controlar las condiciones bajo las cuales el producto será usado, cada usuario debe, antes de su utilización, evaluar y controlar los riesgos que puedan surgir del empleo del material.

Si se necesita clarificación o más información, el usuario debe contactar a su representante de Orica o a Orica Limited a los detalles de contactos que aparecen en la página 1.

La responsabilidad de Orica Limited por el material como fue vendido está sujeta a los términos y condiciones de ventas, cuya copia está a su disposición si la solicita.

Hoja de Seguridad de Datos del Material

Fecha : 06/19/2003
Producto : 22453090 - **DG-11 6x12**

SECCIÓN I - IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA Y EL PRODUCTO QUÍMICO

Fabricante : Calgon Carbon Corporation
P.O. Box 717
Pittsburg, PA 15230-0717

Teléfono de emergencia : (412) 787-6700
Fecha de elaboración : 24/6/2002
Elaborado por : S. Liller

Sinónimos y Nombre Químico : Carbón
Fórmula : C

SECCIÓN II - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Se indican los componentes no peligrosos en un porcentaje de 3% o más. Se indica peligro grave cuando está presente en 1% o más, y peligro crónico cuando está presente en 0.01% o más. El presente documento no pretende dar información completa de la composición.

<u>INGREDIENTE</u>	<u>%(POR PESO)</u>
<u>CAS#</u>	
CARBÓN 7440-44-00	100

SECCIÓN III - IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

VISIÓN GENERAL DE EMERGENCIA: Sólido, grano o polvo de partícula negra. El contacto puede causar irritación en los ojos. El polvo puede causar leve irritación en los ojos o las vías respiratorias.

ADVERTENCIA: El carbón húmedo activado elimina el oxígeno del aire causando peligro severo a trabajadores que laboran con recipientes de carbón activado, en lugares cerrados o confinados. Antes de ingresar a estas áreas, se

Hoja de Seguridad de Datos del Material

deben realizar procedimientos laborales y tomado de muestras por niveles de oxígeno bajo, a fin de asegurar la suficiente disponibilidad de oxígeno, observando todas las normas locales, estatales y federales.

EFFECTOS POTENCIALES SOBRE LA SALUD:

Efectos y peligros del contacto con los ojos: La naturaleza física del producto puede producir irritación ocular.

Efectos y peligros del contacto con la piel: El producto no es un importante irritante de la piel. El principal índice de irritación de la piel (conejo) es 0.

Efectos y peligros por inhalación (respiración) : El producto prácticamente no es tóxico por inhalación. La inhalación grave LC₅₀ (rata) es > 64.4 mg /l (concentración nominal) en el caso de carbón activado.

Efectos y peligros por ingestión (aspiración de aire) : El producto no es tóxico por ingestión. La ingestión oral grave LD₅₀ (rata) es > 10g / kg.

Vías de entrada principales: Inhalación, ingestión, contacto con la piel, contacto con los ojos.

Efectos crónicos : No se han determinado los efectos de la exposición de bajo nivel y largo plazo de este producto. La manipulación segura de este material a largo plazo enfatiza la necesidad de evitar todos los efectos de la exposición grave repetitivo.

CARCINOGENESIS : NTP:N/A IARC: N/A NORMADO POR OSHA : NO

SECCIÓN IV - MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Tratamiento por contacto con los ojos : Lavar con abundante agua por 15 minutos como mínimo.

Tratamiento por contacto con la piel : Lavar con agua y jabón.

Tratamiento por inhalación (respiración) : N/ A

Tratamiento por Ingestión (aspiración de aire) : N/ A

SECCIÓN V - MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Punto de inflamación : N/ A

Límites Le1 : N/ A

Ue1 : N/ A

Medios de extinción : RIEGO CON ABUNDANTE AGUA.

Procedimientos especiales para combatir incendios : NINGUNO.

Riesgos contra incendios y explosiones inusuales : Contacto con oxidantes fuertes tales como ozono, oxígeno líquido, cloro, permanganato, etc., pueden provocar incendios.

CLASIFICACIÓN NFPA: SALUD = 0 REACTIVIDAD = 0 INFLAMABILIDAD = 1

Hoja de Seguridad de Datos del Material

SECCIÓN VI – MEDIDAS POR LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Pasos a seguir en caso de que el material se libere o derrame : Recoger el carbón no usado y desechar en contenedores de desperdicios o volver a empaquetar.

Método para eliminación de desechos : Desechar el carbón no usado en contenedor de desperdicios. Eliminar desechos de acuerdo con las normas locales, estatales y federales.

SECCIÓN VII – MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para manipulación y almacenamiento: ¡! ADVERTENCIA !!
El carbón húmedo activado elimina el oxígeno del aire causando peligro severo a trabajadores que laboran con recipientes de carbón activado, en lugares cerrados o confinados. Antes de ingresar a estas áreas, se deben realizar procedimientos laborales y tomado de muestras para niveles de oxígeno bajo, a fin de asegurar la suficiente disponibilidad de oxígeno, observando todas las normas locales, estatales y federales.

Otras Precauciones: Lavar por completo después de la manipulación. Tomar precauciones en el almacenamiento y la manipulación de todas las sustancias químicas.

SECCIÓN VIII – CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Pautas para la exposición:

OSHA PEL* 5 mg / M₃ (respirable)

ACGIH TLV* 10 mg / M₃ (total)

*PELs y TLVs son 8 horas TWAs a menos que se indique lo contrario.

Protección respiratoria: Se recomienda un respirador de filtro de partículas aprobado por NIOSH, si se genera una cantidad excesiva de polvo.

Ventilación : Ventilación de escape local: Recomendado

Ventilación mecánica: Recomendado

Guantes protectores: Recomendado

Protección para los ojos: Se recomienda lentes o gafas de seguridad.

Otro equipo de protección: No requerido

Hoja de Seguridad de Datos del Material

Fecha : 09/27/2004
Producto : 22952290 - HGR P

SECCIÓN I - IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA Y EL PRODUCTO QUÍMICO

Fabricante : Calgon Carbon Corporation
P.O. Box 717
Pittsburg, PA 15230-0717

Teléfono de emergencia : (412) 787-6700
Fecha de elaboración : 6/24/2002
Elaborado por : S. Liller

Sinónimos y Nombre Químico : Carbón Sulfurado
Fórmula : C, S

SECCIÓN II - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

Se indican los componentes no peligrosos en un porcentaje de 3% o más. Se indica peligro grave cuando está presente en 1% o más, y peligro crónico cuando está presente en 0.01% o más. El presente documento no pretende dar información completa de la composición.

INGREDIENTE	% (POR PESO)	CAS#
CARBÓN	82 - 90	7440-44-00
SULFURO	10 - 18	7704-34-9

SECCIÓN III - IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

VISIÓN GENERAL DE EMERGENCIA: Sólido, grano o polvo de partícula negra. El contacto puede causar irritación en los ojos. El polvo puede causar leve irritación en los ojos o las vías respiratorias.

ADVERTENCIA: El carbón húmedo activado elimina el oxígeno del aire causando peligro severo a trabajadores que laboran con recipientes de carbón activado, en lugares cerrados o confinados. Antes de ingresar a estas áreas, se deben realizar procedimientos laborales y tomado de muestras por niveles de

Hoja de Seguridad de Datos del Material

oxígeno bajo, a fin de asegurar la suficiente disponibilidad de oxígeno, observando todas las normas locales, estatales y federales.

EFFECTOS POTENCIALES SOBRE LA SALUD:

Efectos y peligros del contacto con los ojos: La naturaleza física del producto puede producir irritación ocular.

Efectos y peligros del contacto con la piel: El producto no es un importante irritante de la piel. El principal índice de irritación de la piel (conejo) es 0.

Efectos y peligros por inhalación (respiración) : El producto prácticamente no es tóxico por inhalación. La inhalación grave LC₅₀ (rata) es > 64.4 mg /l (concentración nominal) en el caso de carbón activado.

Efectos y peligros por ingestión (aspiración de aire) : El producto no es tóxico por ingestión. La ingestión oral grave LD₅₀ (rata) es > 10g / kg.

Vías de entrada principales: Inhalación, ingestión, contacto con la piel, contacto con los ojos.

Efectos crónicos : No se han determinado los efectos de la exposición de bajo nivel y largo plazo de este producto. La manipulación segura de este material a largo plazo enfatiza la necesidad de evitar todos los efectos de la exposición grave repetitivo.

CARCINOGENESIS : NTP:N/A IARC: N/A NORMADO POR OSHA : NO

SECCIÓN IV – MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Tratamiento por contacto con los ojos : Lavar con abundante agua por 15 minutos como mínimo.

Tratamiento por contacto con la piel : Lavar con agua y jabón.

Tratamiento por inhalación (respiración) : N/ A

Tratamiento por Ingestión (aspiración de aire) : N/ A

SECCIÓN V – MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Punto de inflamación : N/ A

Límites Le1 : N/ A

Ue1 : N/ A

Medios de extinción : RIEGO CON ABUNDANTE AGUA.

Procedimientos especiales para combatir incendios : NINGUNO.

Riesgos contra incendios y explosiones inusuales : Contacto con oxidantes fuertes tales como ozono, oxígeno líquido, cloro, permanganato, etc., pueden provocar incendios.

CLASIFICACIÓN NFPA: SALUD = 0 REACTIVIDAD = 0 INFLAMABILIDAD = 1

Hoja de Seguridad de Datos del Material

SECCIÓN VI – MEDIDAS POR LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Pasos a seguir en caso de que el material se libere o derrame : Recoger el carbón no usado y desechar en contenedores de desperdicios o volver a empaquetar.

Método para eliminación de desechos : Desechar el carbón no usado en contenedor de desperdicios. Eliminar desechos de acuerdo con las normas locales, estatales y federales.

SECCIÓN VII – MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para manipulación y almacenamiento: ¡! ADVERTENCIA !!
El carbón húmedo activado elimina el oxígeno del aire causando peligro severo a trabajadores que laboran con recipientes de carbón activado, en lugares cerrados o confinados. Antes de ingresar a estas áreas, se deben realizar procedimientos laborales y tomado de muestras para niveles de oxígeno bajo, a fin de asegurar la suficiente disponibilidad de oxígeno, observando todas las normas locales, estatales y federales.

Otras Precauciones: Lavar por completo después de la manipulación. Tomar precauciones en el almacenamiento y la manipulación de todas las sustancias químicas.

SECCIÓN VIII – CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

Pautas para la exposición:

	OSHA PEL*	ACGIH TLV*
CARBON:	5 mg / M ₃ (respirable)	10 mg / M ₃ (total)
SULFURO:	N/A	N/A

*PELs y TLVs son 8 horas TWAs a menos que se indique lo contrario.

Protección respiratoria: Se recomienda un respirador de filtro de partículas aprobado por NIOSH, si se genera una cantidad excesiva de polvo.

Ventilación : Ventilación de escape local: Recomendado

Ventilación mecánica: Recomendado

Gautes protectores: Recomendado

Protección para los ojos: Se recomienda lentes o gafas de seguridad.

Otro equipo de protección: No requerido

Hoja de Seguridad de Datos del Material

SECCIÓN IX - PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Punto de ebullición : N / A

Gravedad específica : 2.3 g/cc densidad real.

Presión de vapor : N / A

Punto de fusión : N / A

Densidad de vapor : N / A

Tasa de evaporación : N / A

Solubilidad en agua : INSIGNIFICANTE

Densidad de empaquetadura : 0.4 a 0.7 g/cc

Apariencia y olor : Sólido, grano o polvo de partícula negra.

SECCIÓN X . ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad : ESTABLE

Condiciones a evitar : NINGUNA

Incompatibilidad (materiales a evitar) : Oxidantes fuertes como ozono, oxígeno líquido, cloro, permanganato, etc.

Productos de descomposición peligrosa : En caso de incendios, puede generarse monóxido de carbono.

Condiciones polimerizantes a evitar : NINGUNA

SECCIÓN XI - INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Ver SECCIÓN III EFECTOS SOBRE LA SALUD

SECCIÓN XII - INFORMACIÓN ECOLÓGICA

No determinada

Hoja de Seguridad de Datos del Material

SECCIÓN XIII - CONSIDERACIONES DE ELIMINACIÓN

MÉTODO PARA ELIMINACIÓN DE DESECHOS : Disponer del carbón no usado en contenedor de desperdicios. Eliminar desechos de acuerdo con las normas locales, estatales y federales o nacionales.

SECCIÓN XIV - INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Nombre de transporte adecuado : NO NORMADO

Clase de peligro : N / A

Número de identificación : N / A

Grupo de empaquetadura : N / A

Este producto ha sido evaluado de acuerdo al protocolo de prueba de las *Naciones Unidas para Transporte de Bienes Peligrosos* para materiales de combustión espontánea. Se ha determinado específicamente que este producto no cumple la definición de una sustancia de autocalentamiento o cualquier clase de peligro y, por ello, no es un material de riesgo y no está normado.

SECCIÓN XV - INFORMACIÓN NORMATIVA

TÍTULO SARA III : N / A

TSCA: Los ingredientes de este producto se encuentran en la Lista de Inventario TSCA.

OSHA: No peligroso de acuerdo a las definiciones de peligro para la salud y peligro físico indicado en la Norma de Comunicación de Peligros (29 CFR 1910.1200)

CANADA

CLASIFICACIÓN WHMIS: No clasificado

DSL# : 6798

EEC Directiva del Consejo relacionadas con la clasificación, empaque y colocación de etiquetas de sustancias y preparaciones peligrosas.

Frasas de riesgo (R) y seguridad (S): Puede irritar los ojos (R36)

Hoja de Seguridad de Datos del Material

SECCIÓN XVI - INFORMACIÓN ADICIONAL

Uso previsto: Utilizado generalmente para el tratamiento de líquidos y gases.

Aunque esta información y las recomendaciones que se establecen en la presente hoja pretenden ser precisas desde la fecha de su elaboración, CALGON CARBON CORPORATION NO OFRECE NINGUNA GARANTÍA A ESTE RESPECTO Y DECLINA A TODA RESPONSABILIDAD DE DEPENDENCIA DEL MATERIAL.

***** FIN DE LA HOJA DE SEGURIDAD DE DATOS DEL MATERIAL *****

Traducido al Español por Chemsupply S.A.C. representante exclusivo para el Perú. Tlf: 450-1703 ventas@chemsupply.com.pe